



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

Offenlegungsschrift  
DE 102 19 654 A 1

21 Aktenzeichen: 102 19 654.0  
22 Anmeldetag: 2. 5. 2002  
43 Offenlegungstag: 5. 12. 2002

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 01 Q 1/24  
H 01 Q 9/04  
H 01 Q 1/38  
H 01 Q 5/00  
H 01 Q 13/08

DE 102 19 654 A 1

30 Unionspriorität:  
01-135310 02. 05. 2001 JP

71 Anmelder:  
Murata Manufacturing Co., Ltd., Nagaokakyo, JP

74 Vertreter:  
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 81479  
München

72 Erfinder:  
Nagumo, Shoji, Nagaokakyo, JP; Onaka, Kengo,  
Nagaokakyo, JP; Ishihara, Takashi, Nagaokakyo, JP;  
Sato, Jin, Nagaokakyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Antennenvorrichtung und Funkkommunikationsausrüstung, die dieselbe umfaßt

57 Eine Zuführstrahlungselektrode, die zwei verzweigte Strahlungselektroden umfaßt, ist auf der Oberfläche eines Substrats vorgesehen. Auf beiden Seiten der Zuführstrahlungselektrode und in der Nähe der verzweigten Strahlungselektroden sind Nichtzuführstrahlungselektroden vorgesehen. Die verzweigte Strahlungselektrode und die Nichtzuführstrahlungselektrode werden in demselben Frequenzband in Doppelresonanz versetzt. Die verzweigte Strahlungselektrode und die Nichtzuführstrahlungselektrode werden in demselben Frequenzband, das höher ist als das der verzweigten Strahlungselektrode und der Nichtzuführstrahlungselektrode, in Doppelresonanz versetzt.

DE 102 19 654 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Antennenvorrichtung und insbesondere auf eine Mehrband-Antennenvorrichtung und eine Funkkommunikationsausrüstung, die die Antennenvorrichtung verwendet.

[0002] Seit kurzem umfassen tragbare Telefone oft ein Zweibandsystem, das zwei Frequenzbänder, z. B. diejenigen zwischen 800 und 900 MHz und zwischen 1800 und 1900 MHz, verwendet. Es wurden Antennen in Umkehr-F-Form zum Empfangen und Senden zweier Frequenzbänder von einer einzigen Antenne vorgeschlagen. Beispielsweise wird in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. Hei10-93332 eine Antenne offenbart, die Resonanzfrequenzen von 1500 MHz und 1900 MHz aufweist.

[0003] Wie in Fig. 15 gezeigt ist, umfaßt diese Antenne einen Schlitz 2, der in einer Leiterplatte 1 vorgesehen ist, um zwei Strahlungsleiterplatten 3 und 4, die unterschiedliche Breiten und Längen aufweisen, zu definieren. Ein Abschnitt der Leiterplatte 1 ist gebogen, um eine Verbindungsleiterplatte 5 zu bilden. Die Strahlungsleiterplatten 3 und 4 werden durch die Verbindungsleiterplatte 5 auf einer Masseleiterplatte 6 getragen. Über einen Zuführstift 7 wird den Strahlungsleiterplatten 3 und 4 eine Hochfrequenzleistung zugeführt.

[0004] Überdies ist in den US-Patenten Nr. 6,271,794, 6,307,512 und 6,333,716 eine Antenne offenbart, bei der zwei metallische Strukturen, die unterschiedliche elektrische Längen aufweisen, auf der Oberfläche eines Gehäuses für ein Telefon vorgesehen sind, um zwei Strahlungselemente zu erzeugen, derart, daß die Antenne Resonanzfrequenzen von 900 MHz und 1800 MHz aufweist. Diese Antenne umfaßt einen Schlitz, der zwischen den beiden metallischen Strukturen vorgesehen ist, um eine Einstellung der Bandbreiten der Resonanzfrequenzen zu ermöglichen.

[0005] Gemäß den Beispielen des Standes der Technik ist jede Antenne eine Zweibandantenne, die zwei Resonanzfrequenzen in voneinander getrennten Frequenzbändern aufweist, weist jedoch in jedem Frequenzband eine Einzelresonanzcharakteristik auf. Dementsprechend muß die Größe der Antenne erhöht werden, um eine notwendige Bandbreite für jede Resonanzfrequenz zu gewährleisten. Somit kann die Größe der Antenne nicht verringert werden. Wenn überdies Frequenzbänder vorgesehen sind, die eine einzige Resonanz aufweisen, weisen die Resonanzcharakteristika einen einzigen Spitzenwert auf. Somit kann kein breites Frequenzband erreicht werden.

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Antennenvorrichtungen und eine Funkkommunikationsausrüstung mit verbesserten Frequenzcharakteristika zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 8 sowie eine Funkkommunikationsausrüstung gemäß Anspruch 13 gelöst.

[0008] Um die oben beschriebenen Probleme zu überwinden, liefern bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung eine Antennenvorrichtung, die eine Mehrzahl von Frequenzbändern aufweist und die in den jeweiligen Frequenzbändern eine Doppelresonanz erreicht.

[0009] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung stellt eine Funkkommunikationsausrüstung bereit, die die Antennenvorrichtung umfaßt, welche eine Mehrzahl von Zuführstrahlungselektrodenbändern und eine Doppelresonanz in den jeweiligen Frequenzbändern aufweist.

[0010] Gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist eine Antennenvorrichtung geschaffen, die folgendes umfaßt: ein Substrat, das aus

2  
einem dielektrischen oder einem magnetischen Material hergestellt ist, ein Zuführelement, das einen Zuführanschluß und eine Zuführstrahlungselektrode, die mit dem Zuführanschluß elektrisch verbunden ist, umfaßt, und eine Mehrzahl von Nichtzuführelementen, die jeweils einen Masseanschluß und eine Nichtzuführstrahlungselektrode, die mit dem Masseanschluß elektrisch verbunden ist, umfassen, wobei die Zuführstrahlungselektrode und die Nichtzuführstrahlungselektroden derart auf der Oberfläche des Substrats angeordnet sind, daß sich die Nichtzuführstrahlungselektroden in der Nähe und entlang der Zuführstrahlungselektrode erstrecken.

[0011] Wenn dem Zuführanschluß, der eine Zuführelektrode oder einen Zuführstift umfaßt, eine Signalleistung bereitgestellt wird, weist das Zuführelement mindestens eine Resonanzfrequenz auf. Das heißt, daß, wenn das Zuführelement eine einzelne Zuführstrahlungselektrode umfaßt, befindet es sich bei den Frequenzen der Grundwelle und ihrer Harmonischen höherer Ordnung in Resonanz, die durch die elektrische Länge der Zuführstrahlungselektrode bestimmt sind. Überdies wird das Zuführelement, das eine Mehrzahl verzweigter Strahlungselektroden bzw. von Zweigstrahlungselektroden umfaßt, bei den Resonanzfrequenzen der jeweiligen verzweigten Strahlungselektroden, die durch die effektiven Leitungslängen der verzweigten Strahlungselektroden bestimmt werden, in Resonanz versetzt.

[0012] Wenn die Nichtzuführstrahlungselektrode beispielsweise der Nichtzuführstrahlungselektrode, die auf der rechten Seite des Zuführelements der Mehrzahl von Nichtzuführstrahlungselektroden positioniert ist, eine elektrische Leitungslänge aufweist, die größer ist als die der Nichtzuführstrahlungselektrode des Nichtzuführelements, die auf der linken Seite des Zuführelements positioniert ist, und das Zuführelement eine einzelne Zuführstrahlungselektrode umfaßt, befindet sich die Nichtzuführstrahlungselektrode auf der rechten Seite bei einer Resonanzfrequenz, die nahe der Frequenz der Grundwelle ist, in Resonanz. Wenn das Zuführelement eine Mehrzahl von verzweigten Strahlungselektroden umfaßt, befindet sich die Nichtzuführstrahlungselektrode auf der rechten Seite bei einer Resonanzfrequenz, die nahe der niedrigsten Resonanzfrequenz bei der Mehrzahl von verzweigten Strahlungselektroden ist, in Resonanz. Die Nichtzuführstrahlungselektrode auf der linken Seite, die eine geringere effektive Leitungslänge aufweist als die Nichtzuführstrahlungselektrode auf der rechten Seite, befindet sich bei einer Frequenz in Resonanz, die sich nahe bei einer Resonanzfrequenz der Harmonischen höherer Ordnung befindet, die verursacht werden, wenn das Zuführelement die einzelne Zuführstrahlungselektrode umfaßt, oder befindet sich bei einer Frequenz in Resonanz, die sich nahe bei der höchsten Resonanzfrequenz in den verzweigten Strahlungselektroden befindet.

[0013] Es können beide Resonanzfrequenzen, die zueinander benachbart sind, bereitgestellt werden, und ferner wird eine Anpassung der Doppelresonanz in den jeweiligen Frequenzbändern durch die oben beschriebene Operation des Zuführelements und der Nichtzuführelemente erreicht. Überdies sind die Resonanzfrequenzen der Grundwelle und ihrer Harmonischen höherer Ordnung des Zuführelements und die Resonanzfrequenzen der jeweiligen verzweigten Strahlungselektroden in Frequenzbändern eingestellt, die voneinander getrennt sind. Bei einer Antenne wird somit eine Mehrzahl von Doppelresonanztypen ohne eine gegenseitige Beeinträchtigung erzeugt. Überdies sind die Bandbreiten der jeweiligen Frequenzbänder aufgrund der Doppelresonanz stark erhöht. Der Begriff "Doppelresonanz" bedeutet, daß die Resonanzfrequenzen eines Zuführelements und von Nichtzuführelementen in der Nachbarschaft zuein-

ander existieren und daß die Breite eines Frequenzbandes, das die Resonanzfrequenzen enthält, stark erhöht ist.

[0014] Vorzugsweise umfaßt die Zuführstrahlungselektrode eine Mehrzahl von verzweigten Strahlungselektroden, die den Zuführanschluß als einen gemeinsamen Anschluß aufweisen.

[0015] Gemäß dem oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel unterscheiden sich die effektiven Leitungslängen der Mehrzahl von verzweigten Strahlungselektroden voneinander. Dadurch weist das Zuführelement eine Mehrzahl von Resonanzfrequenzen auf, die voneinander verschieden sind. Mit anderen Worten sind die Resonanzfrequenzen der verzweigten Strahlungselektroden eingestellt, um voneinander verschieden zu sein, und überdies sind die Resonanzfrequenzen der verzweigten Strahlungselektroden in verschiedenen Frequenzbändern eingestellt.

[0016] Vorzugsweise weisen die verzweigten Strahlungselektroden effektive Leitungslängen auf, bei denen die verzweigten Strahlungselektroden bei unterschiedlichen Resonanzfrequenzen angeregt werden.

[0017] Somit werden die verzweigten Strahlungselektroden bei voneinander unabhängigen Resonanzfrequenzen angeregt. Somit sind Resonanzfrequenzen in der Anordnungsreihenfolge der verzweigten Strahlungselektroden höher, und es sind auch Frequenzbänder eingestellt, die von den Resonanzfrequenzen verschieden sind. Wenn die Zuführstrahlungselektrode beispielsweise zwei verzweigte Strahlungselektroden umfaßt, ist eine Resonanzfrequenz auf ein Frequenzband von 800 bis 900 MHz eingestellt, das üblicherweise bei tragbaren Telefonen verwendet wird, und die andere Resonanzfrequenz ist auf ein Frequenzband von 1800 bis 1900 MHz eingestellt. Überdies wird eine verzweigte Strahlungselektrode durch die Grundwelle des Zuführelements angeregt, und die andere verzweigte Strahlungselektrode wird durch die Harmonischen höherer Ordnung der Grundwelle, wie beispielsweise die doppelt harmonische Welle oder die dreifach harmonische Welle, angeregt.

[0018] Vorzugsweise wird die Zuführstrahlungselektrode durch eine einzelne Strahlungselektrode definiert, und die einzelne Strahlungselektrode weist eine effektive Leitungslänge auf, bei der die einzelne Strahlungselektrode bei der Resonanzfrequenz der Grundwelle und den Resonanzfrequenzen der Harmonischen höherer Ordnung, die durch ein Zuführen über den Zuführanschluß verursacht wird, angeregt wird.

[0019] Dementsprechend weist die Zuführstrahlungselektrode eine effektive Leitungslänge auf, bei der die Elektrode bei der Frequenz der Grundwelle in Resonanz versetzt wird. Das Zuführelement weist eine elektrische Länge auf, bei der das Element bei der Frequenz der Grundwelle und der Frequenz, die durch ein Multiplizieren der Frequenz der Grundwelle mit einer Ganzzahl erhalten wird, in Resonanz versetzt wird. Durch ein Einstellen der Resonanzfrequenz der Grundwelle auf die niedrigste Frequenz der verwendeten Frequenzen wird die doppelt oder dreifach harmonische Welle der Grundwelle auf die andere Frequenz eingestellt.

[0020] Vorzugsweise erstreckt sich jede der Nichtzuführstrahlungselektroden von dem Masseanschluß, wobei das andere Ende derselben ein offenes Ende definiert, erstreckt sich jede der verzweigten Strahlungselektroden von dem Zuführanschluß, wobei das andere Ende derselben ein offenes Ende definiert, und sind die offenen Enden der verzweigten Strahlungselektroden angeordnet, um voneinander beabstandet zu sein.

[0021] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration definieren eine verzweigte Strahlungselektrode und die zu der verzweigten Strahlungselektrode benachbarte Nichtzuführ-

strahlungselektrode ein Doppelresonanzpaar. Durch ein allmähliches Erhöhen der Breite eines Schlitzes, der in der Ebene der Zuführstrahlungselektrode vorgesehen ist, um die Zuführstrahlungselektrode in die mehreren verzweigten Strahlungselektroden zu teilen, wird die gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den Doppelresonanzpaaren stark verringert, und ein Abstimmen der Doppelresonanz wird auf effiziente Weise erreicht.

[0022] Vorzugsweise sind in den offenen Enden der Strahlungselektroden auf Seitenoberflächen des Substrats Kapazitätsladungselektroden vorgesehen.

[0023] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration definieren Randkapazitäten (Streukapazitäten) in den offenen Enden der jeweiligen Strahlungselektroden die Offenes-Ende-Kapazitäten (elektrostatische Kapazitäten) zwischen den Kapazitätsladungselektroden und den Massestrukturen des Schaltungssubstrats. Somit werden die Kopplungskapazitäten zwischen dem Zuführelement und den Nichtzuführelementen ohne weiteres ausgeglichen, und es wird ohne weiteres eine Einstellung durchgeführt, um die Doppelresonanz in demselben Frequenzband zu erzeugen.

[0024] Vorzugsweise umfaßt die Antennenvorrichtung ferner ein rechteckiges Schaltungssubstrat, wobei das Substrat in der Nähe einer Ecke des Schaltungssubstrats angeordnet ist, wo die beiden Seiten des Schaltungssubstrats einander schneiden, während eine der Nichtzuführstrahlungselektroden entlang einer der beiden Seiten angeordnet ist und die andere Nichtzuführstrahlungselektrode entlang der anderen Seite angeordnet ist.

[0025] Gemäß dieser Konfiguration definieren auf dem Schaltungssubstrat vorgesehene Massestrukturen und Verdrahtungsstrukturen Pfade für Hochfrequenzströme, derart, daß entlang der Seiten des Schaltungssubstrats, das mit den jeweiligen Nichtzuführelementen elektrisch gekoppelt bzw. elektrisches-Feld-gekoppelt ist, Gehäuseströme angeregt werden. Die Gehäuseströme bewirken, daß sich die Verstärkungen der Nichtzuführelemente, die Indirekte-Zufuhr-Elemente sind, wesentlich erhöhen. Da das Substrat der Antennenvorrichtung überdies in der Nähe der Ecke des Schaltungssubstrats angeordnet ist, ist die elektrische Kopplung zwischen den Nichtzuführelementen und dem Schaltungssubstrat verringert, derart, daß der elektrische Q-Faktor bei Resonanz stark verringert ist. Somit sind die Bandbreiten der Frequenzbänder, in denen die Doppelresonanz auftritt, stark erhöht.

[0026] Gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine Antennenvorrichtung bereitgestellt, die folgende Merkmale umfaßt: eine Mehrzahl von Antennen und ein Schaltungssubstrat, auf dem die Mehrzahl von Antennen angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Antennen jeweils ein Zuführelement, das einen Zuführanschluß und eine Zuführstrahlungselektrode, die sich von dem Zuführanschluß erstreckt, aufweist, und ein Nichtzuführelement umfaßt, das eine Masseelektrode und eine Nichtzuführstrahlungselektrode, die sich von der Masseelektrode erstreckt, aufweist, wobei das Zuführelement und das Nichtzuführelement auf einem Substrat vorgesehen sind, wobei die Zuführstrahlungselektrode und die Nichtzuführstrahlungselektrode jeder Antenne effektive Leitungslängen aufweisen, die sich voneinander unterscheiden, wobei das Schaltungssubstrat mit einer Massestruktur, die die Masseelektroden miteinander verbindet, und einer Zuführstruktur, die die Zuführanschlüsse mit einer gemeinsamen Signalquelle verbindet, versehen ist.

[0027] Somit ist das Schaltungssubstrat als ein Abschnitt der Antennenvorrichtung enthalten, und das elektrische Volumen der Antennenvorrichtung wird durch die Fläche des Schaltungssubstrats bestimmt. Insbesondere, wenn die

Größe der Antennenvorrichtung erhöht wird, um die Übertragungsausgabe zu verbessern, wird die Größe des Schaltungssubstrats einfach erhöht. Somit wird die Anordnung der Mehrzahl von Antennen auf dem Schaltungssubstrat auf der Basis des Ausmaßes der gegenseitigen Beeinträchtigung, auf der Basis von Leistungsfähigkeiten, die für die Richtwirkungen der Antennen erforderlich sind, und anderen Faktoren bestimmt. Da die Antennen konfiguriert sind, um in unterschiedlichen Frequenzbändern in Doppelresonanz versetzt zu werden, und ein großer Signalstrom durch die Zuführstruktur fließt, ist die Übertragungsausgabe der Antennenvorrichtung stark verbessert.

[0028] Vorzugsweise sind Filterschaltungen in den Pfaden der Zuführstruktur vorgesehen, die ab dem Abschnitt derselben, der die Zuführanschlüsse mit der gemeinsamen Signalquelle verbindet und der sich in Richtung auf die Zuführanschlüsse erstreckt, verzweigt ist.

[0029] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration sind Signale, die sich außerhalb derjenigen Frequenzbänder befinden, in denen die jeweiligen Antennen angeregt werden, ausgeschlossen. Das heißt, daß lediglich Signale, die die jeweiligen Antennen anregen, den jeweiligen Antennen bereitgestellt werden. Dementsprechend ist eine Trennung zwischen den Frequenzbändern der Antennen stark verbessert.

[0030] Vorzugsweise sind an beiden Seiten der oder in der Nähe der Zuführstrahlungselektrode auf der Oberfläche jedes Substrats Nichtzuführstrahlungselektroden vorgesehen.

[0031] Da die Nichtzuführstrahlungselektroden auf beiden Seiten jeder Zuführstrahlungselektrode vorgesehen sind, ist jede Antenne als eine Antenne konfiguriert, die in zwei Frequenzbändern in Doppelresonanz versetzt wird. Dementsprechend umfaßt die Antennenvorrichtung mindestens vier Frequenzbänder. Somit arbeitet die Antennenvorrichtung als eine Mehrband-Antenne, indem die Frequenzbänder so eingestellt werden, daß sie sich voneinander unterscheiden.

[0032] Der Zuführanschluß ist vorzugsweise eine auf einer Seitenoberfläche des Substrats vorgesehene Zuführelektrode oder ein durch das Substrat verlaufender Anschlußstift, je nach den erforderlichen Spezifikationen.

[0033] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration ist die Konfiguration des Zuführanschlusses aus einer Vielzahl von geeigneten Formen ausgewählt. Insbesondere ist die Antennenvorrichtung als eine Antenne in Umkehr-L-Form und eine Antenne in Umkehr-F-Form konfiguriert.

[0034] Gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist eine Funkkommunikationsausrüstung vorgesehen, die eine der oben beschriebenen Antennenvorrichtungen und ein Schaltungssubstrat umfaßt, das eine längliche, rechteckige Form, die lange und kurze Seiten umfaßt, aufweist, wobei die Antennenvorrichtung eine Breite aufweist, die im wesentlichen gleich der Länge einer kurzen Seite des Schaltungssubstrats ist, und entlang einer kurzen Seite und beider langen Seiten des Schaltungssubstrats angeordnet ist, wobei das offene Ende einer der Nichtzuführstrahlungselektroden angeordnet ist, um der langen Seite des Schaltungssubstrats zugeordnet zu sein, und das offene Ende der anderen Nichtzuführstrahlungselektrode angeordnet ist, um der anderen langen Seite zugewandt zu sein.

[0035] Gemäß der Funkkommunikationsausrüstung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung werden entlang der langen Seiten und der kurzen Seite des Schaltungssubstrats Gehäuseströme, die in zwei Frequenzbändern auftreten, angeregt. Dadurch wird die Verstärkung des Nichtzuführelements, das entlang der Seiten des Schaltungssubstrats angeordnet ist, stark erhöht. Da die

offenen Enden der beiden Nichtzuführstrahlungselektroden, die entlang der langen Seiten und der kurzen Seite des Schaltungssubstrats angeordnet sind, einander gegenüberliegen, ist die gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den benachbarten Nichtzuführelementen stark verringert, und die Trennung zwischen den Frequenzbändern ist stark verbessert.

[0036] Da die drei Kanten der Antennenvorrichtung in der Nähe der Enden des Schaltungssubstrats positioniert sind, ist die elektrische Kopplung zwischen dem Nichtzuführelement, das entlang der Enden des Schaltungssubstrats angeordnet ist, und dem Schaltungssubstrat verringert, derart, daß der elektrische Q-Faktor der Doppelresonanzcharakteristik stark verringert ist und die Bandbreiten der Frequenzbänder stark erhöht sind. Wenn die Resonanzfrequenz eines der Frequenzbänder der Nichtzuführelemente mit der Resonanzbedingung des Gehäusestroms, der entlang der Seiten des Schaltungssubstrats angeregt wird, zusammentrifft, ist die Verstärkung der Resonanzfrequenz stark erhöht.

[0037] Bei der Funkkommunikationsausrüstung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung erstreckt sich die Zuführstrahlungselektrode vorzugsweise von dem Zuführanschluß und umfaßt ein offenes Ende, erstrecken sich die Nichtzuführstrahlungselektroden von den Masseanschlüssen und umfassen jeweils ein offenes Ende und ist das offene Ende an der Oberseite einer Nichtzuführstrahlungselektrode, die eine effektive Leitungslänge aufweist, die größer ist als die der anderen Nichtzuführstrahlungselektrode, entgegengesetzt zu der Richtung angeordnet, in der sich die lange Seite des Schaltungssubstrats erstreckt, um von der Nichtzuführstrahlungselektrode beabstandet zu sein.

[0038] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration fungiert die Substratkante an der langseitigen Seite des Schaltungssubstrats als Antenne, die in dem niedrigeren Frequenzband der Antennenvorrichtung arbeitet. Somit ist die Verstärkung erhöht. Die Verstärkung der Antenne eines kleinen tragbaren Telefons ist bei einer Frequenz im Bereich von 800 bis 900 MHz stark erhöht.

[0039] Gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist eine Funkkommunikationsausrüstung bereitgestellt, die eine der oben beschriebenen Antennenvorrichtungen und ein Schaltungssubstrat umfaßt, das eine Sende-/Empfangsschaltung für Funkwellen umfaßt, wobei jeder Masseanschluß der Antennenvorrichtung mit einem Masseanschluß des Schaltungssubstrats verbunden ist und wobei der Zuführanschluß mit einem Eingabe-/Ausgabeanschluß der Sende-/Empfangsschaltung verbunden ist.

[0040] Die Funkkommunikationsvorrichtung, die die in derselben angebrachte Antennenvorrichtung aufweist, erreicht eine Mehrband-Kommunikation in breiten Frequenzbändern.

[0041] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0042] Fig. 1 eine schematische Veranschaulichung der Grundkonfiguration einer Antennenvorrichtung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung;

[0043] Fig. 2 einen Graphen der Frequenzcharakteristik, der den Rückflußverlust der Antennenvorrichtung der Fig. 1 zeigt;

[0044] Fig. 3A eine schematische Draufsicht, die die Grundkonfiguration einer Antennenvorrichtung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0045] Fig. 3B eine schematische Unteransicht, die die Grundkonfiguration der Antennenvorrichtung gemäß bevor-

zugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0046] Fig. 4A eine perspektivische Ansicht, die die vordere Oberfläche einer Antennenvorrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0047] Fig. 4B eine perspektivische Ansicht, die die hintere Oberfläche der in Fig. 4A gezeigten Antennenvorrichtung zeigt;

[0048] Fig. 5 eine Draufsicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, bei dem die Antennenvorrichtung der Fig. 4A und 4B an einem Schaltungssubstrat für eine Funkkommunikationsausrüstung angebracht ist;

[0049] Fig. 6 eine Draufsicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, bei dem die Antennenvorrichtung an einem Schaltungssubstrat einer Funkkommunikationsausrüstung angebracht ist;

[0050] Fig. 7A eine perspektivische Ansicht, die die vordere Oberfläche einer Antennenvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0051] Fig. 7B eine perspektivische Ansicht, die die hintere Oberfläche der in Fig. 7A gezeigten Antennenvorrichtung zeigt;

[0052] Fig. 8A eine perspektivische Ansicht, die die vordere Oberfläche einer Antennenvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0053] Fig. 8B eine perspektivische Ansicht, die die hintere Oberfläche der in Fig. 8A gezeigten Antennenvorrichtung zeigt;

[0054] Fig. 9A eine perspektivische Ansicht, die die vordere Oberfläche einer Antennenvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0055] Fig. 9B eine perspektivische Ansicht, die die hintere Oberfläche der in Fig. 9A gezeigten Antennenvorrichtung zeigt;

[0056] Fig. 10 eine perspektivische Ansicht, die eine weitere Konfiguration des Zuführanschlusses einer Antennenvorrichtung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0057] Fig. 11A eine Draufsicht, die eine weitere Konfiguration des Zuführanschlusses der Antennenvorrichtung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0058] Fig. 11B eine Querschnittsansicht, die entlang abwechselnd lang und kurz gestrichelter Linien X-X in der Antennenvorrichtung der Fig. 11A genommen ist;

[0059] Fig. 12A eine perspektivische Ansicht, die die vordere Oberfläche einer Antennenvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0060] Fig. 12B eine perspektivische Ansicht, die die hintere Oberfläche einer bei der in Fig. 12A gezeigten Antennenvorrichtung verwendeten einzelnen Antenne zeigt;

[0061] Fig. 12C eine perspektivische Ansicht, die die hintere Oberfläche der bei der in Fig. 12A gezeigten Antennenvorrichtung verwendeten anderen einzelnen Antenne zeigt;

[0062] Fig. 13 eine perspektivische Ansicht, die ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Antennenvorrichtung der Fig. 12A zeigt;

[0063] Fig. 14 eine Draufsicht, die eine Antennenvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0064] Fig. 15 eine perspektivische Ansicht einer Antennenvorrichtung der verwandten Technik.

[0065] Hiernach wird bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Fig. 1 zeigt die Grundkonfiguration einer Antennenvorrichtung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung. Fig. 2 zeigt die charakteristische Kurve bzw. Kennlinie der Antennenvorrichtung der Fig. 1, die die Doppelresonanz der Vorrichtung veranschaulicht. Der Vereinfachung halber wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, das zwei Zuführelemente und zwei Nichtzuführelemente umfaßt, beispielhaft beschrieben.

[0066] In Fig. 1 ist ein Substrat 10 aus einem dielektrischen Material gebildet und weist eine rechteckige Oberfläche auf. Ein Zuführelement 11 ist auf der Oberfläche des Substrats 10 vorgesehen. Ein Nichtzuführelement 12 ist auf der rechten Seite des Zuführelements 11 in der Nähe desselben vorgesehen. Überdies ist ein Nichtzuführelement 13 auf der linken Seite des Zuführelements 11 in der Nähe desselben vorgesehen und weist eine Resonanzfrequenz auf, die sich von der des Nichtzuführelements 12 unterscheidet.

[0067] Das Zuführelement 11 umfaßt eine Zuführstrahlungselektrode 14 und einen Zuführanschluß 15, der mit einem Zuführende 14a der Zuführstrahlungselektrode 14 verbunden ist. Die Zuführstrahlungselektrode 14 umfaßt verzweigte Strahlungselektroden 16 und 17, die zu einer im wesentlichen Y-förmigen Gestalt verzweigt sind, die das Zuführende 14a gemeinsam hat und Längen aufweist, die sich voneinander unterscheiden. Die Nichtzuführelemente 12 und 13 umfassen streifenförmige Nichtzuführstrahlungselektroden 18 und 19 und Masseenden 20 bzw. 21, die mit Masseanschlüssen 18a bzw. 19a der Nichtzuführstrahlungselektroden 18 bzw. 19 verbunden sind.

[0068] Die verzweigten Strahlungselektroden 16 und 17 des Zuführelements 11 sind derart konfiguriert, daß die Enden der Elektroden 16 und 17, die dem Zuführende 14a gegenüberliegen, offene Enden 16b und 17b definieren. Die verzweigte Strahlungselektrode 16 weist eine effektive Leitungslänge auf, die bewirkt, daß die Elektrode 16 bei einer Resonanzfrequenz  $f_1$  angeregt wird. Die verzweigte Strahlungselektrode 17 weist eine effektive Leitungslänge auf, die bewirkt, daß die Elektrode 17 bei einer Resonanzfrequenz  $f_2$  angeregt wird. Wenn diesen verzweigten Strahlungselektroden 16 und 17 von einer Signalquelle 22, die über eine Impedanzabstimmungsschaltung 23 mit dem Zuführanschluß 15 verbunden ist, eine Signalleistung bereitgestellt wird, wird das Zuführelement 11 bei den zwei Resonanzfrequenzen  $f_1$  und  $f_2$  ( $f_2 > f_1$ ) angeregt.

[0069] Mit anderen Worten weist das Zuführelement 11 eine elektrische Länge, die diejenige der verzweigten Strahlungselektrode 16 umfaßt, und eine elektrische Länge, die diejenige der verzweigten Strahlungselektrode 17 umfaßt, auf. Die Seite der verzweigten Strahlungselektrode 16 des Zuführelements 11 befindet sich bei der Resonanzfrequenz  $f_1$  in Resonanz, während sich die Seite der verzweigten Strahlungselektrode 17 des Zuführelements 11 bei der Resonanzfrequenz  $f_2$  in Resonanz befindet. Die Frequenzbänder, in denen die Resonanzfrequenzen  $f_1$  und  $f_2$  auftreten, sind getrennt, so daß keine gegenseitige Beeinträchtigung zwischen denselben stattfindet.

[0070] Die den Masseenden 18a und 19a der Nichtzuführstrahlungselektroden 18 und 19 gegenüberliegenden Seiten definieren offene Enden 18b bzw. 19b, ähnlich dem Zuführelement 11. Die Nichtzuführstrahlungselektroden 18 und 19 der Nichtzuführelemente 12 und 13 werden durch ein elektromagnetisches Koppeln bzw. ein Elektromagnetisches-Feld-Koppeln mit dem Zuführelement 11 angeregt. Das heißt, daß die Nichtzuführstrahlungselektrode 18 des Nichtzuführelements 12 hauptsächlich mit der verzweigten Strah-

lungselektrode 16 des Zuführelements 11 elektromagnetisch gekoppelt ist. Die Nichtzuführstrahlungselektrode 19 des Nichtzuführelements 13 ist hauptsächlich mit der verzweigten Strahlungselektrode 17 des Zuführelements 11 elektromagnetisch gekoppelt.

[0071] In diesem Fall weist die Nichtzuführstrahlungselektrode 18 des Nichtzuführelements 12 eine effektive Leitungslänge auf, die im wesentlichen gleich derjenigen der verzweigten Strahlungselektrode 16 ist. Die elektrische Länge des Nichtzuführelements 12, die diejenige des Masseanschlusses 20 umfaßt, ist geringer als diejenige der Seite der verzweigten Strahlungselektrode 16 des Zuführelements 11. Die Nichtzuführstrahlungselektrode 18 wird bei einer Frequenz  $f_3$  nahe der Resonanzfrequenz  $f_1$  der Seite der verzweigten Strahlungselektrode 16 des Zuführelements 11 angeregt.

[0072] Die Nichtzuführstrahlungselektrode 19 des Nichtzuführelements 13 weist eine effektive Leitungslänge auf, die im wesentlichen gleich derjenigen der verzweigten Strahlungselektrode 17 ist. Die elektrische Länge des Nichtzuführelements 13, die diejenige des Masseanschlusses 21 umfaßt, ist geringer als diejenige der Seite der verzweigten Strahlungselektrode 17 des Zuführelements 11. Die Nichtzuführstrahlungselektrode 19 wird bei einer Frequenz  $f_4$  nahe der Resonanzfrequenz  $f_2$  der Seite der verzweigten Strahlungselektrode 17 angeregt. Die Impedanzabstimmungsschaltung 23 stimmt die Impedanz der Zuführstrahlungselektrode 14 auf die der Signalquelle 22 ab.

[0073] Bei der oben beschriebenen Konfiguration sind die effektiven Leitungslängen der verzweigten Strahlungselektrode 16 und der Nichtzuführstrahlungselektrode 18 derart eingestellt, daß die Elektroden 17 und 19 in einem üblichen Frequenzband, beispielsweise in dem Frequenzband von 800 bis 900 MHz, angeregt werden. Überdies sind die effektiven Leitungslängen der verzweigten Strahlungselektrode 16 und der Nichtzuführstrahlungselektrode 18 derart eingestellt, daß die Elektroden 16 und 18 in einem Frequenzband angeregt werden, das höher ist als die Resonanzfrequenz  $f_1$  der verzweigten Strahlungselektrode 16, beispielsweise in dem Frequenzband von 1800 bis 1900 MHz.

[0074] Der Abstand zwischen den einander gegenüberliegenden Seitenkanten der verzweigten Strahlungselektroden 16 und 17 der Zuführstrahlungselektrode 14 erhöht sich allmählich in Richtung auf die offenen Enden 16b und 17b. Dies verhindert eine Verschlechterung der Resonanzcharakteristik, die durch die gegenseitige Beeinträchtigung der elektrischen Kopplung verursacht wird. Überdies sind die Nichtzuführstrahlungselektroden 18 bzw. 19 in der Nähe der verzweigten Strahlungselektroden 16 bzw. 17 angeordnet. Unter Bezugnahme auf die Abstände zwischen den einander gegenüberliegenden Seitenkanten der verzweigten Strahlungselektrode 16 und der Nichtzuführstrahlungselektrode 18 und zwischen denjenigen der verzweigten Strahlungselektrode 17 und der Nichtzuführstrahlungselektrode 19 sind die Abstände zwischen dem Zuführende 14a der Zuführstrahlungselektrode 14 und dem Masseende 18a der Nichtzuführstrahlungselektrode 18 und zwischen dem Zuführende 14a und dem Masseende 19a der Nichtzuführstrahlungselektrode 19 so eingestellt, daß sie jeweils größer sind als die Abstände zwischen dem offenen Ende 16b der verzweigten Strahlungselektrode 16 und dem offenen Ende 18b der Nichtzuführstrahlungselektrode 18 und zwischen dem offenen Ende 17b der verzweigten Strahlungselektrode 17 und dem offenen Ende 19b der Nichtzuführstrahlungselektrode 19. Somit wird eine übermäßige elektrische Kopplung zwischen dem Zuführelement 11 und den Nichtzuführelementen 12 bzw. 13 begrenzt.

[0075] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration

werden die verzweigten Strahlungselektroden 16 bzw. 17 des Zuführelements 11 bei den Resonanzfrequenzen  $f_1$  bzw.  $f_2$  angeregt, wenn der Zuführstrahlungselektrode 14 ein Übertragungssignal von der Signalquelle 22 bereitgestellt wird. Zu diesem Zeitpunkt werden die Nichtzuführelemente 12 und 13 mit dem Zuführelement 11 elektromagnetisch gekoppelt. Bei der oben beschriebenen Elektrodenanordnung des Zuführelements 11 und der Nichtzuführelemente 12 und 13 werden die magnetische Kopplung zwischen der Seite des Zuführanschlusses 15 des Zuführelements 11 und der Seite des Masseanschlusses 20 der Nichtzuführstrahlungselektrode 18 und zwischen der Seite des Zuführanschlusses 15 des Zuführelements 11 und der Seite des Masseanschlusses 21 der Nichtzuführstrahlungselektrode 19 und ferner die elektrische Kopplung zwischen der Seite des offenen Endes 16b der verzweigten Strahlungselektrode 16 und der Seite des offenen Endes 18b der Nichtzuführstrahlungselektrode 18 und zwischen dem offenen Ende 17b der verzweigten Strahlungselektrode 17 und dem offenen Ende 19b der Nichtzuführstrahlungselektrode 19 eingestellt.

[0076] Somit umfassen die verzweigte Strahlungselektrode 16 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 18 beide die Resonanzfrequenzen  $f_1$  und  $f_3$ , und die Frequenzen  $f_1$  und  $f_3$  befinden sich nahe beieinander. Beispielsweise werden die verzweigte Strahlungselektrode 16 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 18 in einem Frequenzband von 800 bis 900 MHz in Doppelresonanz versetzt. Unter Bezugnahme auf die Resonanzfrequenz  $f_2$  der verzweigten Strahlungselektrode 17 und auf die Resonanzfrequenz  $f_4$  der Nichtzuführstrahlungselektrode 19 werden die verzweigte Strahlungselektrode 17 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 19 auf ähnliche Weise bei den Frequenzen  $f_2$  und  $f_4$ , die höher sind als die Resonanzfrequenzen  $f_1$  bzw.  $f_3$  der verzweigten Strahlungselektrode 16 bzw. der Nichtzuführstrahlungselektrode 18, in Doppelresonanz versetzt. Beispielsweise werden die verzweigte Strahlungselektrode 17 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 19 in einem Frequenzband von 1800 bis 1900 MHz in Doppelresonanz versetzt.

[0077] Fig. 3A und 3B zeigen ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Antennenvorrichtung der vorliegenden Erfindung. Dieselben Komponenten wie diejenigen bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Auf eine wiederholte Beschreibung derselben Komponenten wird verzichtet. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt die Zuführstrahlungselektrode 14 des Zuführelements 11 drei verzweigte Strahlungselektroden 16, 17 und 24.

[0078] In Fig. 3A und 3B umfaßt das Zuführelement 11 die Zuführstrahlungselektrode 14, die die drei verzweigten Strahlungselektroden 16, 17 und 24 aufweist. Das heißt, daß bei der Konfiguration der Zuführstrahlungselektrode 14 die verzweigten Strahlungselektroden 16, 17 und 24, die unterschiedliche Längen aufweisen, ab dem gemeinsamen Zuführende 14a verzweigt sind, um eine im wesentlichen W-förmige Gestalt zu bilden. Insbesondere ist der Abstand zwischen den in Fig. 1 gezeigten verzweigten Strahlungselektroden 16 und 17 erhöht. Die dritte verzweigte Strahlungselektrode 24 ist in der Mitte der verzweigten Strahlungselektroden 16 und 17 vorgesehen.

[0079] Die verzweigte Strahlungselektrode 24 weist eine effektive Leitungslänge auf, die sich zwischen denjenigen der verzweigten Strahlungselektroden 16 und 17 bewegt, und wird bei einer Resonanzfrequenz  $f_5$  angeregt, die sich in einem Frequenzband befindet, das von den Frequenzbändern der verzweigten Strahlungselektroden 16 und 17 getrennt ist ( $f_2 > f_5 > f_1$ ). Somit umfaßt das Zuführelement 11 drei elektrische Längen und umfaßt die Resonanzfrequen-



zen  $f_1$ ,  $f_2$  und  $f_5$  in den drei Frequenzbändern.

[0080] Ein Nichtzuführelement 25, das mit der verzweigten Strahlungselektrode 24 gepaart ist, um in Doppelresonanz versetzt zu werden, ist auf der hinteren Oberfläche des Substrats 10 vorgesehen. Das heißt, daß auf der hinteren Oberfläche des Substrats 10 eine Nichtzuführstrahlungselektrode 25a vorgesehen ist, um sich entlang der verzweigten Strahlungselektrode 24 zu erstrecken. Die Nichtzuführstrahlungselektrode 25a ist auf dieselbe Weise konfiguriert wie die Nichtzuführstrahlungselektroden 18 und 19. Das Masseende der Elektrode 25a ist mit dem Masseanschluß verbunden.

[0081] Die Nichtzuführstrahlungselektrode 25a ist mit der verzweigten Strahlungselektrode 24 elektromagnetisch gekoppelt, weist eine effektive Leitungslänge auf, die im wesentlichen gleich derjenigen der verzweigten Strahlungselektrode 24 ist, und wird bei einer Frequenz  $f_6$  nahe der Resonanzfrequenz  $f_5$  der verzweigten Strahlungselektrode 24 angeregt. Die verzweigte Strahlungselektrode 24 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 25a werden in demselben Frequenzband wie dem der Resonanzfrequenzen  $f_5$  und  $f_6$  in Doppelresonanz versetzt. Dieses Frequenzband ist von den Frequenzbändern der Resonanzfrequenzen  $f_3$  und  $f_4$  der Nichtzuführelemente 12 und 13 getrennt. Die Nichtzuführstrahlungselektroden 18 und 19 der Nichtzuführelemente 12 und 13 sind auf der hinteren Oberfläche des Substrats 10, ähnlich der Nichtzuführstrahlungselektrode 25a, vorgesehen. Dadurch ist die Größe des Substrats 10 stark reduziert.

[0082] Fig. 4A, 4B und 5 zeigen eine Antennenvorrichtung gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 4A und 4B zeigen die Antennenvorrichtung und Fig. 5 zeigt die an einem Substrat angebrachte Antennenvorrichtung. Dieses bevorzugte Ausführungsbeispiel wird unter Verwendung von zwei Zuführelementen und von zwei Nichtzuführelementen beschrieben.

[0083] Unter Bezugnahme auf Fig. 4A und 4B umfaßt die Antennenvorrichtung ein Substrat 26, das eine rechteckige vordere Oberfläche 26e aufweist. Das Substrat 26 ist aus einem Dielektrikum wie beispielsweise einem keramischen Material, einem Harzmaterial oder einem anderen geeigneten dielektrischen Material oder einem magnetischen Material hergestellt. Die Antennenvorrichtung umfaßt eine obere Platte 27, die die flache Oberfläche 26e aufweist, zwei plattenförmige Beine 28 und 29, die entlang der kurzen Kanten 26a und 26b der oberen Platte 27 an beiden Seiten derselben in der Längsrichtung vorgesehen sind, und ein mittleres Bein 30, das sich in der ungefähren Mitte der oberen Platte 27 und parallel zu den beiden Beinen 28 und 29 befindet. Diese Beine 28, 29 und 30 sind einstückig mit der oberen Platte 27 gebildet.

[0084] Ein Zuführelement 31 und zwei Nichtzuführelemente 32 und 33 an beiden Seiten des Zuführelements 31 sind auf der oberen Oberfläche 26e des Substrats 26 vorgesehen. In einem gewünschten Abstand sind auf der Seitenoberfläche (beinseitige Oberfläche) an einer kurzkantigen Seite des Substrats 26 drei Streifenelektroden 36, 37 und 38 vorgesehen. Die Streifenelektroden 36, 37 und 38 erstrecken sich parallel zueinander in der Richtung von der unteren Oberfläche bis zu der oberen Oberfläche 26e des Substrats 26 (vertikale Richtung) in der Kurzkantenrichtung positioniert, nahe einem Ende in der Seitenoberfläche. Die mittlere Elektrode definiert eine Zuführelektrode 36 und die Elektroden auf der rechten bzw. der linken Seite definieren eine erste und eine zweite Masseelektrode 37 bzw. 38. Die unteren Endabschnitte dieser Elektroden sind gebogen, um sich an der Unterseite 28a des Beins 28 zu erstrecken, um Zuführanschlüsse 36a und Masseanschlüsse 37a bzw. 38a zu definie-

ren.

[0085] Das obere Ende der Zuführelektrode 36 ist mit einer Zuführstrahlungselektrode 40, die auf der oberen Oberfläche 26e des Substrats 26 vorgesehen ist, verbunden. Die Zuführstrahlungselektrode 40 ist konfiguriert, um sich allmählich von der Zuführelektrode 36 in Richtung auf die Ecke an der linken Seite der oberen Oberfläche 26e zu erstrecken. Überdies umfaßt die Zuführstrahlungselektrode 40 einen länglichen dreieckigen Schlitz 40a, der sich allmählich in Richtung auf die Ecke erstreckt, die in der Ebene der Elektrode 40 vorgesehen ist, derart, daß zwei verzweigte Strahlungselektroden 41 und 42 vorgesehen sind.

[0086] Insbesondere erstreckt sich die erste verzweigte Strahlungselektrode 41 allmählich von der Nähe der Zuführelektrode 36 in Richtung auf die andere kurze Kante 26b der oberen Oberfläche 26e des Substrats 26. Die kurze Kante 26b ist ein offenes Ende 41a der Elektrode 41. Die zweite verzweigte Strahlungselektrode 42, die zu der ersten verzweigten Strahlungselektrode 41 benachbart ist, wobei der Schlitz 40a zwischen denselben angeordnet ist, erstreckt sich allmählich von der Nähe der Zuführelektrode 36 in Richtung auf die lange Kante 26d auf der linken Seite, die sich in die Längsrichtung des Substrats 26 erstreckt. Das Ende der Elektrode 42 definiert ein offenes Ende 42a. Bei dieser Konfiguration weist die erste verzweigte Strahlungselektrode 41 eine effektive Leitungslänge auf, die größer ist als die der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 42.

[0087] Auf beiden Seiten der und in der Nähe der Zuführstrahlungselektrode 40 sind zwei Nichtzuführstrahlungselektroden 43 und 44 vorgesehen. Insbesondere ist die erste Nichtzuführstrahlungselektrode 43 in einer Entfernung von der und auf der rechten Seite der ersten verzweigten Strahlungselektrode 41 angeordnet und weist eine viereckige Form auf, die sich von dem oberen Ende der ersten Masseelektrode 37, das heißt von der kurzen Kante 26a bis zu der gegenüberliegenden kurzen Kante 26b, erstreckt. In der Ebene der ersten Nichtzuführstrahlungselektrode 43 ist ein Schlitz 43a vorgesehen, um sich von der kurzen Kante 26a parallel zu der rechten langen Kante 26c zu erstrecken. Die lange Kante 26c definiert ein offenes Ende 43b, und das offene Ende 43c an der Oberseite befindet sich auf der kurzen Kante 26a, die auf der Seite der ersten Masseelektrode 37 liegt.

[0088] Die zweite Nichtzuführstrahlungselektrode 44 ist auf der linken Seite der und in einer Entfernung von der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 42 vorgesehen und erstreckt sich von der kurzen Kante 26a auf der Seite der zweiten Masseelektrode 38 bis zu der linken langen Kante 26d, die ein offenes Ende 44a definiert, wodurch eine dreieckige Form gebildet wird. Bei dieser Konfiguration ist die effektive Leitungslänge der zweiten Nichtzuführstrahlungselektrode 44 geringer als die der ersten Nichtzuführstrahlungselektrode 43. Unter Bezugnahme auf die Abstände zwischen der Zuführstrahlungselektrode 40 und den Nichtzuführstrahlungselektroden 43 und 44 sind die Abstände zwischen denselben auf der Seite der offenen Enden 41a und 42a größer als die Abstände zwischen der Zuführelektrode 36 und den Masseelektroden 37 bzw. 38. Dadurch wird die Intensität der elektrischen Kopplung zwischen dem Zuführelement 31 und den Nichtzuführelementen 32 und 33 eingestellt.

[0089] Eine streifenförmige Kapazitätsladungselektrode 48 ist auf der Seitenoberfläche 35 auf der kurzkantigen Seite, die der Seitenoberfläche 34 des Substrats 26, auf der die Zuführelektrode 36 vorgesehen ist, gegenüberliegt, vorgesehen. Die mit dem offenen Ende 41a der ersten verzweigten Strahlungselektrode 41 verbundene Elektrode 48 erstreckt sich vertikal von der kurzen Kante 26b. Das untere

Ende der Kapazitätsladungselektrode 48 liegt einer feststehenden Masseelektrode 52 in einem gewünschten Abstand gegenüber. Somit wird eine Offenes-Ende-Kapazität zwischen der Kapazitätsladungselektrode 48 und der feststehenden Elektrode 52 bereitgestellt.

[0090] Überdies ist auf der Seitenoberfläche 47 auf der Seite der langen Kante 26d des Substrats 26 eine Kapazitätsladungselektrode 49 vorgesehen. Die mit dem offenen Ende 42a der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 42 verbundene Elektrode 49 erstreckt sich vertikal auf der Seitenoberfläche des mittleren Beines 30. Überdies ist auf der Seitenoberfläche 47 auf der langkantigen Seite eine Kapazitätsladungselektrode 51 vorgesehen, wobei die Seitenoberfläche des Beines 28 verwendet wird. Die mit dem offenen Ende 44a der zweiten Nichtzuführstrahlungselektrode 44 verbundene Elektrode 51 erstreckt sich vertikal von der langen Kante 26d.

[0091] Auf ähnliche Weise sind auf der Seitenoberfläche 46 auf der langkantigen Seite, die der Seitenoberfläche 47 des Substrats 26 gegenüberliegt, Kapazitätsladungselektroden 50 vorgesehen. Die mit dem offenen Ende 43b der ersten Nichtzuführstrahlungselektrode 43 verbundenen Elektroden 50 erstrecken sich vertikal auf den Seitenoberflächen der drei Beine 28, 29 und 30. Überdies sind in den unteren Abschnitten der Seitenoberflächen 34 und 35 auf der kurzkantigen Seite feststehende Elektroden 52 und 53 zum Befestigen der Antennenvorrichtung an einem Schaltungssubstrat, welche später beschrieben werden, vorgesehen und sind gebogen, um sich an den Unterseiten der Beine 28 bzw. 29 zu erstrecken.

[0092] Die oben beschriebene Antennenvorrichtung ist an einem Schaltungssubstrat 55 für eine Funkkommunikationsausrüstung angebracht, wie in Fig. 5 gezeigt ist. Die Antennenvorrichtung ist derart angeordnet, daß die Zuführelektrode 36 auf die kurze Seite 55a des Schaltungssubstrats 55 ausgerichtet ist. Überdies ist die Vorrichtung nahe der Ecke des Schaltungssubstrats 55 positioniert, wobei sich die kurze Kante 26a und die lange Kante 26c des Substrats 26 entlang der kurzen Seite 55a bzw. der langen Seite 55n des Schaltungssubstrats 55 erstrecken.

[0093] Insbesondere ist das offene Ende 43b der Nichtzuführstrahlungselektrode 43 der Nichtzuführelektrode 32 zu der langen Seite 55c des Schaltungssubstrats 55 benachbart. Das offene Ende 43c an der Oberseite ist zu der kurzen Seite 55a des Schaltungssubstrats 55, von der sich die Zuführelektrode 36 erstreckt, benachbart. Die Richtung des offenen Endes 43c, das durch den Schlitz 43a gebogen ist, ist der Richtung, in der sich die lange Seite 55c des Schaltungssubstrats 55 erstreckt, bezüglich der Zuführelektrode 36 der Antennenvorrichtung entgegengesetzt. Mit anderen Worten liegt das offene Ende 43c der kurzen Seite 55b gegenüber, die der kurzen Seite 55a gegenüberliegt.

[0094] Das offene Ende 44a der Nichtzuführstrahlungselektrode 44 der Nichtzuführelektrode 33 ist der anderen langen Seite 55d des Schaltungssubstrats 55 zugewandt, die der langen Seite 55c desselben gegenüberliegt. Die Richtung des offenen Endes 44a ist dieselbe wie diejenige, in die sich die kurze Seite 55a bezüglich der Seite der Zuführelektrode 36 erstreckt.

[0095] Auf dem Schaltungssubstrat 55, auf dem die Antennenvorrichtung wie oben beschrieben angeordnet ist, sind an den Anbringpositionen für die Antennenvorrichtung Massestrukturen vorgesehen, ausschließlich Verdrahtungsstrukturen, die mit dem Zuführanschluß 36a verbunden sind und als der Eingabe-/Ausgabeanschluß einer in der Zeichnung nicht gezeigten Sende-/Empfangsschaltung fungieren, und ferner Verdrahtungsstrukturen zum Anbringen anderer Schaltungskomponenten, wie beispielsweise Impedanzab-

stimmungsschaltungen und Peripheriegeräte. Die Unterseiten 28a, 29a und 30a der Beine 28, 29 und 30, die auf dem Substrat 26 der Antennenvorrichtung vorgesehen sind, sind an demselben befestigt.

[0096] Das heißt, daß der Zuführanschluß 36a an die Eingabe-/Ausgabe-Anschlüsse der Sende-/Empfangsschaltungen angelötet ist. Die Masseanschlüsse 37a und 38a und die feststehenden Elektroden 52 und 53 sind an den Massestrukturen angelötet. Statt des Lötens können elastische Stifte verwendet werden, die Federeigenschaften aufweisen. Die Spitzen der Kapazitätsladungselektroden 48, 49, 50 und 51 liegen den Massestrukturen gegenüber. Zwischen den Kapazitätsladungselektroden 48, 49, 50 und 51 und den Massestrukturen sind Offenes-Ende-Kapazitäten vorgesehen. Das Schaltungssubstrat 55 wird durch ein Einzelschichtsubstrat oder ein laminiertes Schaltungssubstrat definiert. Die Verdrahtungsstrukturen werden durch Sende-/Empfangsschaltungen zur Verwendung bei Funkwellen und Signalverarbeitungsschaltungen für Basisbänder oder andere geeignete Schaltungen definiert.

[0097] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration wird das Zuführelement 31 bei den beiden Resonanzfrequenzen f1 und f2 angeregt, wenn der Zuführelektrode 36 über die Impedanzabstimmungsschaltung eine Signalleistung bereitgestellt wird. Das heißt, daß die erste verzweigte Strahlungselektrode 41, die eine größere effektive Leitungslänge aufweist, bei der Resonanzfrequenz f1 angeregt wird, die in dem Frequenzband von z. B. 800 bis 900 MHz liegt. Die zweite verzweigte Strahlungselektrode 42, die eine geringere effektive Leitungslänge aufweist, wird bei der Resonanzfrequenz f2 angeregt, die höher ist als die Resonanzfrequenz f1 und in dem Frequenzband von z. B. 1800 bis 1900 MHz liegt.

[0098] Die elektrische Kopplung zwischen der ersten und der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 41 und 42 ist aufgrund dessen, daß der Schlitz 40a in den Richtungen der offenen Enden 41a und 42a eine erhöhte Breite aufweist, verringert, und die Kapazitätskopplung zwischen den Kapazitätsladungselektroden 48 und 49 und den Massestrukturen ist auf geeignete Weise eingestellt. Dadurch treten die beiden Resonanzfrequenzen f1 und f2 unabhängig voneinander auf. Mit anderen Worten weist das Zuführelement 31 zwei Resonanzcharakteristika auf, die voneinander unabhängig sind, was durch die elektrischen Längen, die durch die beiden verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42, die beiden Kapazitätsladungselektroden 48 und 49 und die Zuführelektrode 36 bestimmt werden, verursacht wird.

[0099] Das Nichtzuführelement 32 ist mit dem Zuführelement 31 derart elektromagnetisch gekoppelt, daß dem Element 32 eine Anregungsleistung bereitgestellt wird. Mit anderen Worten wird das Nichtzuführelement 32 bei der Resonanzfrequenz f3 angeregt, was hauptsächlich durch die Stromkopplung (magnetische Kopplung) zwischen der Zuführelektrode 36 und der Masseelektrode 37, die elektrische Kopplung zwischen der Nichtzuführstrahlungselektrode 43 und der ersten verzweigten Strahlungselektrode 41 und die Kapazitätskopplung zwischen den drei Kapazitätsladungselektroden 50 und den Massestrukturen verursacht wird. Die Resonanzfrequenz f3 befindet sich in demselben Frequenzband wie die Resonanzfrequenz f1 der ersten verzweigten Strahlungselektrode 41, das heißt in dem Frequenzband von z. B. 800 bis 900 MHz.

[0100] In diesem Fall wird die Nichtzuführstrahlungselektrode 43 bei der Resonanzfrequenz f3 angeregt, die niedriger ist als die Resonanzfrequenz f1 der ersten verzweigten Strahlungselektrode 41. Somit werden das Zuführelement 31 und das Nichtzuführelement 32 bei den Resonanzfrequenzen f1 und f3 in Doppelresonanz versetzt. Die Breite



des Frequenzbandes, in dem das Zuführelement 31 und das Nichtzuführelement 32 in Doppelresonanz versetzt werden, ist im Vergleich mit den Resonanzcharakteristika für die Resonanzfrequenzen  $f_1$  und  $f_3$  größer.

[0101] Aufgrund des Resonanzstroms, der auf das offene Ende 43c an der Oberseite der Nichtzuführstrahlungselektrode 43 zufließt, wird ein Gehäusestrom entlang der langen Seite 55c des Schaltungssubstrats 55 angeregt. Der Gehäusestrom erhöht die Verstärkung des Nichtzuführelements 32, wenn die Länge der langen Seite 55c des Schaltungssubstrats 55 ungefähr die Hälfte ( $\gamma/2$ ) der Wellenlänge  $\gamma$  einer verwendeten Funkwelle beträgt. Deshalb ist die Länge der langen Seite 55c des Schaltungssubstrats 55 vorzugsweise im wesentlichen gleich der Wellenlänge bei der Resonanzfrequenz, bei der eine hohe Verstärkung erreicht wird.

[0102] Da die erste Nichtzuführstrahlungselektrode 43 überdies in der Nähe der langen Seite 55c des Schaltungssubstrats 55 angeordnet ist, ist die elektrische Kopplung zwischen den offenen Enden 43b und 43c und den Massestrukturen verringert, derart, daß der elektrische Q-Faktor der Resonanzcharakteristik verringert ist und die Frequenzbandbreite stark erhöht ist.

[0103] Desgleichen ist das Nichtzuführelement 33 mit dem Zuführelement 31 derart elektromagnetisch gekoppelt, daß das Element 33 eine Anregungsleistung bereitgestellt wird. Mit anderen Worten wird das Nichtzuführelement 33 bei der Resonanzfrequenz  $f_4$  angeregt, die hauptsächlich durch die Stromkopplung (magnetische Kopplung) zwischen der Zuführelektrode 36 und der Masseelektrode 38, die elektrische Kopplung zwischen der zweiten Nichtzuführstrahlungselektrode 44 und der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 42 und die Kapazitätskopplung zwischen der Kapazitätsladungselektrode 51 und der Massestruktur bewirkt wird. Die Resonanzfrequenz  $f_4$  befindet sich in demselben Frequenzband wie die Resonanzfrequenz  $f_2$  der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 42, das heißt in dem Frequenzband von z. B. 1800 bis 1900 MHz.

[0104] Die Nichtzuführstrahlungselektrode 44 wird bei der Resonanzfrequenz  $f_4$  angeregt, die geringer ist als die Resonanzfrequenz  $f_2$  der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 42. Somit werden das Zuführelement 31 und das Nichtzuführelement 33 bei den Resonanzfrequenzen  $f_2$  und  $f_4$  in Doppelresonanz versetzt. Die Breite des Frequenzbandes, in dem das Zuführelement 31 und das Nichtzuführelement 33 in Doppelresonanz versetzt werden, ist im Vergleich zu den Resonanzcharakteristika der einzelnen Resonanzfrequenzen  $f_2$  und  $f_4$  größer. Daraufhin wird aufgrund des Resonanzstroms, der in Richtung auf das offene Ende 44a der zweiten Nichtzuführstrahlungselektrode 44 fließt, ein Gehäusestrom entlang der kurzen Seite 55a des Schaltungssubstrats 55 angeregt.

[0105] Der Gehäusestrom erhöht die Verstärkung des Nichtzuführelements 33. Da die zweite Nichtzuführstrahlungselektrode 44 in der Nähe der kurzen Seite 55a des Schaltungssubstrats 55 angeordnet ist, ist ferner die elektrische Kopplung zwischen dem offenen Ende 44a und der Massestruktur verringert, und der elektrische Q-Faktor der Resonanzcharakteristik ist vermindert. Somit wird ein breites Frequenzband bereitgestellt. Folglich ist die Frequenzbandbreite der Doppelresonanzcharakteristik stark erhöht.

[0106] Die Kombination der ersten verzweigten Strahlungselektrode 41 des Zuführelements 31 und der Nichtzuführstrahlungselektrode 43 definiert ein erstes Doppelresonanzpaar, das ein erstes Frequenzband bereitstellt. Die Kombination der zweiten verzweigten Strahlungselektrode 42 und der zweiten Nichtzuführstrahlungselektrode 44 definiert ein zweites Doppelresonanzpaar, das ein zweites Frequenzband bereitstellt, das von dem ersten Frequenzband

getrennt ist und höher als das erste Frequenzband. Dementsprechend wird die Antennenvorrichtung in mindestens einem der Frequenzbänder in Doppelresonanz versetzt, um eine Resonanzcharakteristik zu erzeugen, die zwei Spitzenwerte aufweist. Somit fungiert die Antennenvorrichtung als Zweibandantenne, die ein breites Frequenzband aufweist. [0107] Unter Bezugnahme auf das Substrat 26 wird die obere Platte 27 durch die Beine 28, 29 und 30 gestützt. Somit ist das Gewicht des Substrats 26 stark verringert. Überdies ist beispielsweise eine Schaltung, die einen Abschnitt der Sende-/Empfangsschaltung definiert, in dem Raum zwischen dem mittleren Bein 30 und den Beinen 28 und 29 zu beiden Seiten des mittleren Beines 30 angeordnet. Die Dicke der oberen Platte 27 ist geringer als die Höhe der Beine 28, 29 und 30. Somit ist die effektive Dielektrizitätskonstante des Substrats 26 unabhängig von der Höhe des Substrats 26 stark vermindert. Dementsprechend wird eine übermäßige elektrische Kopplung zwischen dem Zuführelement 31 und den Nichtzuführelementen 32 und 33 auf effiziente Weise begrenzt, und die Antennencharakteristik ist stark verbessert.

[0108] Unter Bezugnahme auf Fig. 6, 7A und 7B wird eine Antennenvorrichtung gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Dieselben Elemente wie diejenigen bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 4A und 4B sind durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet. Auf die wiederholte Beschreibung wird verzichtet. Die Antennenvorrichtung gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel weist eine Breite auf, die im wesentlichen gleich einer der kurzen Seiten eines Substrats ist.

[0109] Unter Bezugnahme auf Fig. 6 ist ein Schaltungssubstrat 56, das in das Gehäuse eines tragbaren Telefons zu integrieren ist, derart konfiguriert, daß das Längenverhältnis der langen Seiten 56c und 56d zu den kurzen Seiten 56a und 56b im Bereich von ca. 2 bis ca. 4 liegt. Das Substrat 57 der Antennenvorrichtung ist an dem Schaltungssubstrat 56 angebracht, wobei eine lange Kante 57c des Substrats 57 entlang einer kurzen Seite 56a des Schaltungssubstrats 56 angeordnet ist und die kurzen Kanten 57a und 57b entlang der langen Seiten 56c und 56d des Schaltungssubstrats 56 angeordnet sind. Die Länge der langen Kanten 57c und 57d des Substrats 57 ist gleich oder ein wenig geringer als diejenige der kurzen Seiten 56a und 56b des Schaltungssubstrats 56.

[0110] Das Substrat 57 weist eine kastenähnliche Form auf, wobei auf der Unterseite 58 eine Öffnung 58a vorgesehen ist. Die Dicke der oberen Platte 60 ist geringer als die Höhe der Seitenwand 59. Ein Zuführelement 61 und Nichtzuführelemente 62 und 63 sind auf der vorderen Oberfläche 60a des Substrats 57 vorgesehen, ähnlich dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 4A und 4B. Die Zuführelektrode 36 und die Masseelektroden 37 und 38 des Zuführelements 61 und der Nichtzuführelemente 62 und 63 sind an einer Wand 59c der langkantigen Seite des Substrats 57 in der Nähe eines Endes in der Längsrichtung der Wand vorgesehen.

[0111] Die Nichtzuführstrahlungselektrode 43, die mit dem oberen Ende der Masseelektrode 37 verbunden ist, erstreckt sich von einer langen Kante 57c zu der gegenüberliegenden langen Kante 57d. Offene Enden 43b und 43d, die durch den Schlitz 43a geteilt sind, sind mit Kapazitätsladungselektroden 50 verbunden, die an der Wand 59a auf der rechten kurzkantigen Seite des Substrats 57 vorgesehen sind. Andererseits erstreckt sich die mit der Masseelektrode 38 verbundene Nichtzuführstrahlungselektrode 44 entlang einer langen Kante 57c bis zu einer rechten kurzen Kante 57b, und das offene Ende 44a ist mit der Kapazitätsladungselektrode 51 verbunden, die an der Wand 59b an der kurzen

Kante 59b vorgesehen ist.

[0112] Die Zuführstrahlungselektrode 40 definiert das Zuführelement 61, das heißt, daß die verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 ähnlich dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 4A und 4B zwischen den Nichtzuführstrahlungselektroden 43 und 44 vorgesehen sind. Das offene Ende 41a ist mit der Kapazitätsladungselektrode 48 verbunden, die an der Wand 59d auf einer langkantigen Seite vorgesehen ist. Das offene Ende 42a ist mit der Kapazitätsladungselektrode 49 verbunden, die an der Wand 59b auf der anderen kurzkantigen Seite vorgesehen ist.

[0113] Bei der oben beschriebenen Konfiguration sind die erste verzweigte Strahlungselektrode 41 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 43 Strahlungselektroden, die ein Doppelresonanzpaar definieren, und werden z. B. in einem Frequenzband von 800 bis 900 MHz in Doppelresonanz versetzt. Überdies sind die zweite verzweigte Strahlungselektrode 42 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 44 Strahlungselektroden, die z. B. in einem Frequenzband von 1800 bis 1900 MHz in Doppelresonanz versetzt werden und ein Doppelresonanzpaar definieren.

[0114] Das offene Ende 43b der Nichtzuführstrahlungselektrode 43 ist entlang der langen Seite 56c des Schaltungssubstrats 56 angeordnet, und das offene Ende 43c auf der Oberseite der Elektrode 43 ist entgegengesetzt zu der Richtung, in der sich die lange Seite 56c erstreckt (entgegengesetzt zu der Richtung der kurzen Seite 56b), angeordnet. Das heißt, daß das offene Ende 43c in der langen Kante 57c auf der kurzseitigen 56a Seite in der Nähe der Masseelektrode 37 positioniert ist. Dementsprechend wird ein Gehäusestrom in dem unteren Frequenzband entlang der langen Seite 56c des Schaltungssubstrats 56 angeregt. Dies verbessert die Verstärkung der Antenne beträchtlich.

[0115] Desgleichen ist die Nichtzuführstrahlungselektrode 44, die in dem höheren Frequenzband arbeitet, entlang der kurzen Seite 56a des Schaltungssubstrats 56 angeordnet und erstreckt sich in dieselbe Richtung wie die kurze Seite 56a. Das offene Ende 44a ist in der kurzen Kante 57b vorgesehen, die sich auf der langseitigen 56d Seite des Schaltungssubstrats 56 befindet. Dementsprechend wird ein Gehäusestrom auf der Hochfrequenzseite, das heißt auf der Seite, die ein Frequenzband von 1800 bis 1900 MHz aufweist, an der Kante des Substrats, die sich auf der kurzseitigen 56a Seite des Schaltungssubstrats 56 befindet, angeregt. Dies erhöht die Verstärkung in dem Hochfrequenzband beträchtlich.

[0116] Unter Bezugnahme auf die oben beschriebene Anregung des Gehäusestroms sind die Nichtzuführstrahlungselektroden 43 und 44 in dem Ende des Schaltungssubstrats 56 angeordnet. Dadurch wird die elektrische Kopplung zwischen den Nichtzuführstrahlungselektroden 43 und 44 und dem Schaltungssubstrat 56 verringert. Somit erhöht sich der elektrische Q-Faktor der Resonanzcharakteristik nicht wesentlich, und überdies ist die Bandbreite stark erhöht. Ferner ist das offene Ende 43b der Nichtzuführstrahlungselektrode 43 auf der langseitigen 56c Seite des Schaltungssubstrats 56 vorgesehen. Das offene Ende 44a der Nichtzuführstrahlungselektrode 44 ist auf der langseitigen 56d Seite des Schaltungssubstrats 56 vorgesehen. Somit sind die offenen Enden 43b und 44a voneinander beabstandet. Somit ist die gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den beiden Doppelresonanzpaaren stark verringert, und eine Verschlechterung der Doppelresonanzcharakteristik wird verhindert.

[0117] Fig. 8A und 8B zeigen ein drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der in Fig. 7A und 7B gezeigten Antennenvorrichtung. Dieselben Elemente wie diejenigen bei dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 7A und 7B sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Auf die

wiederholte Beschreibung wird verzichtet. Das dritte bevorzugte Ausführungsbeispiel umfaßt einen in der Zuführstrahlungselektrode 40 vorgesehenen Schlitz 40a, der beträchtlich vergrößert ist.

[0118] Unter Bezugnahme auf Fig. 8A und 8B sind die Zuführelektrode 36 und die Masseelektroden 37 und 38 an der Wand 59c an einer langkantigen Seite des Substrats 57 ungefähr in der Mitte in der Längsrichtung der Wand 59c vorgesehen, ähnlich dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 7A und 7B. Die verzweigte Strahlungselektrode 41 erstreckt sich von der langen Kante 57c hin zu der Ecke an dem rechten Ende der langen Kante 57d, die der langen Kante 57c gegenüberliegt, weist das offene Ende 41a in der langen Kante 57d und der kurzen Kante 57a auf und ist mit einer Kapazitätsladungselektrode 66, die an der langkantigen Wand 59d des Substrats 57 vorgesehen ist, und auch mit der Kapazitätsladungselektrode 48 verbunden, die an der kurzkantigen Wand 59a des Substrats 57 vorgesehen ist. Die Oberseite der Kapazitätsladungselektrode 66 liegt einer feststehenden Elektrode 78 bei einem gewünschten Abstand zwischen denselben gegenüber.

[0119] Andererseits erstreckt sich die verzweigte Strahlungselektrode 42 hin zu der Ecke an dem linken Ende der langen Kante 57b, weist das offene Ende 42a an der langen Kante 57d und der kurzen Kante 57b auf und ist mit einer an der langkantigen Wand 59d vorgesehenen Kapazitätsladungselektrode 67 und ferner mit der an der kurzkantigen Wand 59b vorgesehenen Kapazitätsladungselektrode 49 verbunden. Die Oberseite der Kapazitätsladungselektrode 67 liegt einer feststehenden Elektrode 69 bei einem gewünschten Abstand zwischen denselben gegenüber, ähnlich der verzweigten Strahlungselektrode 41.

[0120] Der Schlitz 40a, der die verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 voneinander trennt, verbreitert sich allmählich und beträchtlich von der Seite der Zuführelektrode 36 hin zu der langen Kante 57d. Dadurch wird die gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den beiden Resonanzfrequenzen der verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 stark verringert. Mit anderen Worten ist die gegenseitige Beeinträchtigung zwischen dem Doppelresonanzpaar, das die verzweigte Strahlungselektrode 41 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 43 umfaßt, und dem Doppelresonanzpaar, das die verzweigte Strahlungselektrode 42 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 44 umfaßt, stark verringert.

[0121] Die Nichtzuführstrahlungselektrode 43 erstreckt sich hin zu der rechten kurzen Kante 57a, und die offenen Enden 43b bzw. 43c sind an der kurzen Kante 57a bzw. der langen Kante 57c positioniert. Das offene Ende 43b ist mit den beiden Kapazitätsladungselektroden 50 verbunden. Die Nichtzuführstrahlungselektrode 44 erstreckt sich hin zu der linken kurzen Kante 57b. Das an der kurzen Kante 57b positionierte offene Ende 44a ist mit den beiden an der kurzseitigen Wand 59b vorgesehenen Kapazitätsladungselektroden 51 verbunden.

[0122] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration sind die offenen Enden 41a und 42a der beiden verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 so weit wie möglich voneinander getrennt. Somit ist die Bandtrennung zwischen den beiden Doppelresonanzpaaren stark verbessert, und die Charakteristika der jeweiligen Doppelresonanzpaare sind stark verbessert. Die Antennenvorrichtung ist ähnlich wie in Fig. 6 gezeigt an dem Schaltungssubstrat 56 angebracht, und ähnlich dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 6 wird ein Gehäusestrom entlang der Seiten 56a und 56c des Schaltungssubstrats 56 angeregt. Somit ist die Verstärkung der jeweiligen Doppelresonanzpaare stark verbessert.

[0123] Fig. 9A und 9B zeigen eine Antennenvorrichtung

gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dieselben Elemente wie diejenigen bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 4A und 4B sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Auf die wiederholte Beschreibung wird verzichtet. Das vierte Ausführungsbeispiel ist dadurch gekennzeichnet, daß das Zuführelement eine einzige Zuführstrahlungselektrode umfaßt.

[0124] Bei Fig. 9A und 9B umfaßt ein Zuführelement 71 eine einzelne Zuführstrahlungselektrode 72, die ein Zuführende 72a aufweist, das das obere Ende der Zuführelektrode 36 ist. In der Ebene der Zuführstrahlungselektrode 72 ist eine Mehrzahl von Schlitten 72b vorgesehen, um sich von den Seitenkanten in der Erstreckungsrichtung der Zuführstrahlungselektrode 72 zu erstrecken, und dadurch ist die effektive Leitungslänge der Zuführstrahlungselektrode 72 ordnungsgemäß eingestellt. Die an der kurzkantigen Wand 35 vorgesehene Kapazitätsladungselektrode 48 ist mit dem offenen Ende 72c der Zuführstrahlungselektrode 72 verbunden. Überdies ist eine an der langkantigen Wand 47 vorgesehene Kapazitätsladungselektrode 73 mit dem offenen Ende 72c verbunden. Zwischen der Kapazitätsladungselektrode 48 und der feststehenden Elektrode 52 wird eine elektrostatische Kapazität erzeugt. Auch zwischen der Kapazitätsladungselektrode 73 und der Massestruktur wird eine elektrostatische Kapazität erzeugt.

[0125] Wenn dem Zuführelement 71 über die Zuführelektrode 36 eine Signalleistung bereitgestellt wird, wird dasselbe bei der Resonanzfrequenz der Grundwelle und ferner bei den Resonanzfrequenzen der Harmonischen höherer Ordnung, wie beispielsweise der doppelt oder dreifach harmonischen Welle, angeregt. Die Resonanzfrequenz der Grundwelle befindet sich in demselben Frequenzband wie diejenige des Nichtzuführelements 32. Somit werden das Zuführelement 71 und die Nichtzuführstrahlungselektrode 32 in Doppelresonanz versetzt. Die Resonanzfrequenzen der Harmonischen höherer Ordnung des Zuführelements 71 befinden sich in demselben Frequenzband wie die Resonanzfrequenz des Nichtzuführelements 32. Das Zuführelement 71 und das Nichtzuführelement 33 werden bei höheren Resonanzfrequenzen als bei derjenigen des Nichtzuführelements 32 in Doppelresonanz versetzt. Bei dem oben beschriebenen vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Grundwelle und die Harmonische höherer Ordnung der Zuführstrahlungselektrode 72 mit den Schlitten 72b eingestellt. Dies ist jedoch nicht beschränkend.

[0126] Bei jedem der oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele sind die Zuführstrahlungselektroden 40 und 72 mit der Zuführelektrode 36 verbunden. Das obere Ende der Zuführelektrode 36 kann von den Zuführstrahlungselektroden 40 und 72 getrennt sein, um einen vorbestimmten Abstand (eine Lücke) zum Kapazitätskoppeln bereitzustellen.

[0127] Wie in Fig. 10 gezeigt ist, ist auf der Seitenoberfläche eines Substrats 75 eine Zuführelektrode 74 vorgesehen, die sich auf der Seite der offenen Enden 41a und 42a der verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 befindet. Die Spitze der Zuführelektrode 74 ist in der Nähe der offenen Enden 41a und 42a bei einem gewünschten Abstand zwischen denselben vorgesehen, um mit den verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 kapazitätsgekoppelt zu werden. Bei dieser Zuführkonfiguration ist das Basisende 40b der verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 über eine Masseelektrode geerdet. Mit anderen Worten definiert die Zuführelektrode 36 bei den oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen die Masseelektrode.

[0128] Wie in Fig. 11A und 11B gezeigt ist, ist überdies in der Position des Basisabschnitts der verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 ein Zuführstift vorgesehen, der

durch die obere Platte des Substrats 26 verläuft und der zu ungefähr  $50 \Omega$  äquivalent ist, derart, daß den verzweigten Strahlungselektroden 41 und 42 über den Zuführstift 76 eine Signalleistung bereitgestellt wird. Das untere Ende des Zuführstifts 76 ist mit einer Zuführstruktur 77, die auf dem Schaltungssubstrat 55 vorgesehen ist, verbunden. Die Zuführkonfiguration der Fig. 11A und 11B ist dieselbe wie diejenige der Fig. 4A und 4B, mit der Ausnahme, daß die Zuführelektrode 36 die Masseelektrode definiert.

[0129] Fig. 12A und 12B zeigen eine Antennenvorrichtung gemäß einem fünften bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Antennenvorrichtung umfaßt zwei einzelne Antennen, die an einem Schaltungssubstrat angebracht sind, um eine Antenne zur Verwendung bei Dualbändern zu definieren.

[0130] Unter Bezugnahme auf Fig. 12A und 12B sind zwei einzelne Antennen 81 und 82 bei einem gewünschten Abstand zwischen denselben auf einem Schaltungssubstrat 80 angebracht. Diese einzelnen Antennen 81 und 82 sind mit Zuführelementen 83 und 84 und Nichtzuführelementen 85 und 86 versehen, die auf den Substraten 87 bzw. 88 vorgesehen sind. Die Zuführelemente 83 und 84 sind zueinander benachbart angeordnet. Die Nichtzuführelemente 85 bzw. 86 sind auf der Außenseite der Zuführelemente 83 bzw. 84 vorgesehen. Die Konfigurationen der Substrate 87 bzw. 88 sind dieselben wie diejenigen der Fig. 7A bzw. 7B.

[0131] Die einzelne Antenne 81 ist mit einer Zuführelektrode 89 und einer Masseelektrode 91 versehen, die sich auf der Seitenoberfläche auf einer kurzkantigen Seite des Substrats 87 vertikal erstrecken. Die Zuführelektrode 89 und die Masseelektrode 91 sind in der Nähe zueinander angeordnet, wobei die Zuführelektrode 89 auf der linken Seite und die Masseelektrode 91 auf der rechten Seite angeordnet sind. Eine Nichtzuführstrahlungselektrode 95, die mit dem oberen Ende der Masseelektrode 91 verbunden ist, ist auf der vorderen Oberfläche des Substrats 87 vorgesehen, um sich bei einer konstanten Breite in der Längsrichtung des Substrats 87 zu erstrecken, und ist auf dieselbe Weise wie bei Fig. 4A und 4B konfiguriert. Das offene Ende der Elektrode 95 ist mit einer Kapazitätsladungselektrode 97 verbunden, die auf der Seitenoberfläche auf einer langkantigen Seite des Substrats 87 vorgesehen ist.

[0132] Andererseits erstreckt sich die Zuführstrahlungselektrode 93, die auf dem Substrat 87 vorgesehen ist, von dem oberen Ende der Zuführelektrode 89 in der Längsrichtung des Substrats 87, wobei sie sich allmählich krümmt, um weiter von der Nichtzuführstrahlungselektrode 95 beabstandet zu sein.

[0133] Das offene Ende der Zuführstrahlungselektrode 93 ist mit einer Kapazitätsladungselektrode 98 verbunden, die auf der Seitenoberfläche der langen Kante, die der einzelnen Antenne 82 zugewandt ist, an einer Stelle vorgesehen ist, die der Zuführelektrode 89 relativ nahe ist. Ein Schlitz 93a ist in der Ebene der Zuführstrahlungselektrode 93 vorgesehen, um sich von der Seite der Zuführelektrode 89 zu erstrecken, und dadurch wird die effektive Leitungslänge der Zuführstrahlungselektrode 93 eingestellt.

[0134] Bei der einzelnen Antenne 82 sind auf der Seitenoberfläche auf einer kurzkantigen Seite des Substrats 88 eine Zuführelektrode 90 und eine Masseelektrode 92 vorgesehen, wobei die Zuführelektrode 90 auf der rechten Seite und die Masseelektrode 92 auf der linken Seite angeordnet sind, ähnlich der einzelnen Antenne 81. Auf der Oberfläche des Substrats 88 erstreckt sich eine mit dem oberen Ende der Masseelektrode 92 verbundene Nichtzuführstrahlungselektrode 96 bei einer konstanten Breite entlang der linken Seite des Substrats 88 in der Längsrichtung des Substrats 88. Das offene Ende auf der Oberseite der Elektrode 96 ist mit einer

Kapazitätsladungselektrode 9 verbunden, die auf der Seitenoberfläche auf der langkantigen Seite des Substrats 88 vorgesehen ist.

[0135] Eine Zuführstrahlungselektrode 94 erstreckt sich von dem oberen Ende der Zuführelektrode 90 ungefähr zur Hälfte in der Längsrichtung des Substrats 88 und krümmt sich anschließend in einer Bogenform, um schnell von der Nichtzuführstrahlungselektrode 96 getrennt zu sein. Das heißt, daß die effektive Leitungslänge der Zuführstrahlungselektrode 94 auf weniger als diejenige der Zuführstrahlungselektrode 93 eingestellt ist. Das offene Ende der Zuführstrahlungselektrode 94 ist mit einer Kapazitätsladungselektrode 100 verbunden, die auf der Seitenoberfläche der langkantigen Seite, die der einzelnen Antenne 81 zugewandt ist, an einer Stelle vorgesehen ist, die der Zuführelektrode 90 relativ nahe ist. Es sind feststehende Elektroden 101 vorgesehen.

[0136] Eine gemeinsame Zuführanschlußstruktur 102 und Zuführstrukturen 103 und 104, die mit der Struktur 102 verbunden sind, sind in dem Endabschnitt des Schaltungssubstrats 80, an dem die beiden einzelnen Antenne 81 und 82 angebracht sind, vorgesehen. Die Zuführelektrode 89 der einzelnen Antenne 81 ist mit der Zuführstruktur 103 verbunden. Die Zuführelektrode 90 der einzelnen Antenne 82 ist mit der Zuführstruktur 104 verbunden. Die Masseelektroden 90 und 91 und die feststehenden Elektroden 101 sind mit Massestrukturen verbunden, die nicht in der Zeichnung gezeigt sind. Die Oberseiten der Kapazitätsladungselektroden 97, 98, 99 und 100 liegen Massestrukturen, die in der Zeichnung nicht gezeigt sind, gegenüber.

[0137] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration werden das Zuführelement 83 und das Nichtzuführelement 85 der einzelnen Antenne 81 in demselben Frequenzband, beispielsweise in einem Frequenzband von 800 bis 900 MHz, in Doppelresonanz versetzt. Das Zuführelement 84 und das Nichtzuführelement 86 der einzelnen Antenne 82 werden in demselben Frequenzband, das höher ist als das der einzelnen Antenne 81, beispielsweise in einem Frequenzband von 1800 bis 1900 MHz, in Doppelresonanz versetzt. Dementsprechend arbeiten die Zuführstrahlungselektroden 93 und 94 ähnlich verzweigten Elektroden, die die Zuführanschlußstruktur 102 als einen Basisabschnitt derselben aufweisen, ähnlich dem in Fig. 4 gezeigten Zuführelement 31.

[0138] Gemäß der unter Verwendung des Schaltungssubstrats 80 gebildeten Antennenvorrichtung ist der Abstand zwischen den einzelnen Antennen 81 und 82 erhöht, je nach der Fläche des Schaltungssubstrats 80. Somit ist die gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den einzelnen Antennen 81 und 82 stark verringert. Das elektrische Volumen der Antennenvorrichtung, das je nach Verwendung erforderlich ist, wird durch die Größe des Schaltungssubstrats 80 bestimmt. Die Anordnung der einzelnen Antennen 81 und 82 wird ohne weiteres geändert.

[0139] Bei der Antennenvorrichtung gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 12A und 12B sind Bandsperrschaltungen 105 und 106 in der Mitte der Zuführstrukturen 103 und 104 vorgesehen. Insbesondere ist die Bandsperrschaltung 105 eine Filterschaltung, die ein Signal in dem Frequenzband der einzelnen Antenne 82 unterbricht und ein Signal in dem Frequenzband der einzelnen Antenne 81 überträgt. Andererseits ist die Bandsperrschaltung 106 eine Filterschaltung, die ein Signal in dem Frequenzband der einzelnen Antenne 81 unterbricht und ein Signal in dem Frequenzband der einzelnen Antenne 82 überträgt.

[0140] Gemäß dieser Schaltungskonfiguration sind die Zuführelemente bei den einzelnen Antennen 81 und 82 lediglich unter Berücksichtigung der Anregungsbedingungen

vorgesehen, und eine Abstimmung bezüglich der Doppelresonanz wird ohne weiteres erreicht.

[0141] Bei den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Fig. 12A und 12B und 13 können die einzelnen Antennen 81 und 82 statt der Konfigurationen der Fig. 12A, 12B bzw. 12C und 13 die Konfiguration der in den Fig. 4A und 4B gezeigten Antennenvorrichtung aufweisen. Das heißt, daß die einzelnen Antennen 81 und 82 die Nichtzuführstrahlungselemente umfassen können, die auf beiden Seiten des Zuführelements angeordnet sind. Die einzelnen Antennen 81 und 82 dieser Antennenvorrichtung stellen Zweibandantennen dar, die jeweils zwei Frequenzbänder aufweisen. Das heißt, daß diese Antennenvorrichtung eine Mehrbandantenne ist, die insgesamt vier Frequenzbänder aufweist. Wenn die Antennenvorrichtung an einer Funkkommunikationsausrüstung angebracht ist, werden die jeweiligen Frequenzbänder nacheinander für die jeweilige Verwendung gewechselt, oder sie können gleichzeitig verwendet werden.

[0142] Überdies kann eine einzelne Antenne 107 hinzugefügt werden, die dieselbe Konfiguration wie die jeweiligen einzelnen Antennen 81 und 82, die in Fig. 13 gezeigt sind, aufweist. Wie in Fig. 14 gezeigt ist, ist die einzelne Antenne 107 zwischen den einzelnen Antennen 81 und 82 angeordnet. Die Zuführelektrode für die einzelne Antenne 107 ist über eine Zuführstruktur 108 mit der Zuführanschlußstruktur 102 verbunden. Ähnlich den einzelnen Antennen 81 und 82 ist ungefähr in der Mitte der Zuführstruktur 108 eine Filterschaltung 109 vorgesehen.

[0143] Das Zuführelement und das Nichtzuführelement der einzelnen Antenne 107 werden in Doppelresonanz versetzt. Somit weist die Antennenvorrichtung drei Frequenzbänder auf. Wenn das Frequenzband der einzelnen Antenne 81 beispielsweise 800 bis 900 MHz beträgt, betragen die Frequenzbänder der einzelnen Antennen 107 bzw. 82 1800 bis 1900 MHz bzw. 2700 bis 2800 MHz.

[0144] Da die Nichtzuführelemente in der Nähe und entlang des Zuführelements angeordnet sind, ist für jedes Nichtzuführelement eine optimale elektromagnetische Kopplung zwischen den jeweiligen Nichtzuführelementen und dem Zuführelement eingestellt. In jedem der Frequenzbänder, zu dem die Resonanzfrequenzen der Nichtzuführelemente gehören, wird jeweils effektiv eine Doppelresonanz erreicht. Somit sind die Bandbreiten der Frequenzbänder im Vergleich zu einer Antenne der verwandten Technik, die zwei Frequenzbänder als Einzelresonanzcharakteristika aufweist, stark erhöht. Dementsprechend ist die Bandbreite der Antennenvorrichtung stark erhöht, während die Größe und Höhe der Antennenvorrichtung stark verringert sind.

[0145] Vorzugsweise umfaßt die Zuführstrahlungselektrode eine Mehrzahl verzweigter Strahlungselektroden. Dementsprechend ist für ein Zuführelement eine Mehrzahl von Resonanzfrequenzen in verschiedenen Frequenzbändern vorgesehen. Da die verzweigten Strahlungselektroden jeweils effektive Leitungslängen aufweisen, sind die Resonanzfrequenzen individuell eingestellt.

[0146] Ferner weisen die verzweigten Strahlungselektroden vorzugsweise effektive Leitungslängen auf, bei denen die Elektroden bei unterschiedlichen Resonanzfrequenzen angeregt werden. Deshalb werden die Resonanzfrequenzen ohne weiteres eingestellt, vorausgesetzt, daß sich die Resonanzfrequenzen der Frequenzbänder nicht überlappen. Die Frequenzen werden für die verzweigten Strahlungselektroden eingestellt.

[0147] Vorzugsweise weist die einzelne Zuführelektrode eine effektive Leitungslänge auf, bei der die einzelne Zuführstrahlungselektrode bei den Resonanzfrequenzen der Grundwelle und der Harmonischen höherer Ordnung angeregt wird. Somit sind die verzweigten Strahlungselektroden,

die den jeweiligen Resonanzfrequenzen entsprechen, unnötig. Dementsprechend ist das Volumen der Antennenvorrichtung verringert, und die Größe der Antennenvorrichtung ist verringert.

[0148] Vorzugsweise erhöht sich der Abstand zwischen den benachbarten verzweigten Strahlungselektroden des Zuführelementes auf der Seite des offenen Endes. Deshalb werden eine Verschlechterung der Doppelresonanzcharakteristik, die durch die gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den Doppelresonanzpaaren verursacht wird, eine Verringerung der Frequenzbandbreiten und eine Verschlechterung der Antennenverstärkung verhindert.

[0149] Vorzugsweise sind die Kapazitätsladungselektroden in den offenen Enden der Strahlungselektroden vorgesehen. Dementsprechend weisen die Offenes-Ende-Kapazitäten der Strahlungselektroden eindeutige Werte auf. Somit werden die Resonanzfrequenzen der Strahlungselektroden ohne weiteres eingestellt, und eine ausstehende Abstimmung der Doppelresonanz wird erreicht.

[0150] Vorzugsweise sind ferner die mindestens zwei Nichtzuführstrahlungselektroden jeweils entlang der Seiten des Schaltungssubstrats angeordnet. Deshalb sind die Verstärkungen der Nichtzuführelemente verbessert und ferner sind die Bandbreiten der Nichtzuführelemente erhöht.

[0151] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Mehrzahl von Antennen an dem Schaltungssubstrat angebracht. Das Volumen der Antennen wird durch die Größe des Schaltungssubstrats bestimmt. Dementsprechend wird die Größe der Antennenvorrichtung optional erhöht, und die Ausgestaltung der Antennenvorrichtung, z. B. Änderung des Aufbaus der Antenne, wird ohne weiteres erreicht.

[0152] Vorzugsweise wird den jeweiligen Antennen über die Filterschaltungen eine Signalleistung bereitgestellt. Daher wird die Ausgestaltung des Zuführelements für eine hervorragende Abstimmung der Antennen ohne weiteres erreicht.

[0153] Vorzugsweise ist jede Antenne so konfiguriert, daß sie in zwei Frequenzbändern in Doppelresonanz versetzt wird. Somit wird eine Mehrbandantenne ohne weiteres erreicht, und ferner ist der Platz, der zum Anbringen der Antennen in der Funkkommunikationsausrüstung benötigt wird, stark verringert.

[0154] Die Anzahl von Optionen für eine Konfiguration des Zuführanschlusses ist aufgrund des Anschlußstifts, der vorzugsweise als der Zuführanschluß vorgesehen ist, erhöht.

[0155] Gemäß der Funkkommunikationsausrüstung der vorliegenden Erfindung ist die Breite der Antennenvorrichtung im wesentlichen gleich der Länge der kurzen Seiten des Schaltungssubstrats, und die Antennenvorrichtung ist entlang der drei Seiten des Schaltungssubstrats angeordnet. Daher wird der Raum des Schaltungssubstrats effizient genutzt, und in dem Schaltungssubstrat werden Gehäuseströme angeregt, um die Verstärkung der Antennenvorrichtung zu verbessern. Da die offenen Enden der Nichtzuführstrahlungselektroden so weit wie möglich voneinander getrennt sind, wird ferner die Doppelresonanz in breiten Frequenzbändern erreicht. Überdies ist eine Beeinträchtigung zwischen den Frequenzbändern stark verringert.

[0156] Bei der Funkkommunikationsausrüstung ist das offene Ende auf der Oberseite der Nichtzuführstrahlungselektrode auf der Seite der niedrigen Frequenz vorzugsweise in der Richtung angeordnet, die zu derjenigen, in der sich die lange Seite des Schaltungssubstrats erstreckt, entgegengesetzt ist, um weiter von dem Nichtzuführelement beabstandet zu sein. Deshalb wird das Schaltungssubstrat als Antenne für einen Betrieb bei einer niedrigen Frequenz verwendet, derart, daß die Verstärkung der Antenne verbessert ist.

[0157] Gemäß der Kommunikationsvorrichtung der vorliegenden Erfindung, die eine der Antennenvorrichtungen der vorliegenden Erfindung verwendet, welche aufgrund der Doppelresonanz mehrere breite Frequenzbänder aufweisen, wird eine Funkkommunikation in den mehreren Frequenzbändern mit einer Antennenvorrichtung erreicht. Somit ist die Größe der Funkkommunikationsvorrichtung weiter verringert.

#### Patentansprüche

1. Antennenvorrichtung, die folgende Merkmale aufweist:

ein Substrat (10), das aus einem dielektrischen oder einem magnetischen Material hergestellt ist;  
ein Zuführelement (11), das einen Zuführanschluß (15) und eine Zuführstrahlungselektrode (14), die mit dem Zuführanschluß (15) elektrisch verbunden ist, umfaßt; und  
eine Mehrzahl von Nichtzuführelementen (12, 13), die jeweils einen Masseanschluß (18a, 19a) und eine Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19), die mit dem Masseanschluß (18a, 19a) elektrisch verbunden ist, umfassen;

wobei die Zuführstrahlungselektrode (14) und die Nichtzuführstrahlungselektroden (18, 19) auf der Oberfläche des Substrats (10) derart angeordnet sind, daß sich die Nichtzuführstrahlungselektroden (18, 19) in der Nähe und entlang der Zuführstrahlungselektrode (14) erstrecken.

2. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Zuführstrahlungselektrode (14) eine Mehrzahl verzweigter Strahlungselektroden (16, 17) aufweist, die den Zuführanschluß (15) als einen gemeinsamen Anschluß aufweisen.

3. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 2, bei der die verzweigten Strahlungselektroden (16, 17) effektive Leitungslängen aufweisen, bei denen die verzweigten Strahlungselektroden (16, 17) bei unterschiedlichen Resonanzfrequenzen angeregt werden.

4. Antennenvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Zuführstrahlungselektrode (14) durch eine einzelne Strahlungselektrode definiert ist und die einzelne Strahlungselektrode eine effektive Leitungslänge aufweist, an der die einzelne Strahlungselektrode, bewirkt durch ein Zuführen über den Zuführanschluß (15), bei der Resonanzfrequenz der Grundwelle und den Resonanzfrequenzen der Harmonischen höherer Ordnung angeregt wird.

5. Antennenvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, bei der sich jede der Nichtzuführstrahlungselektroden (18, 19) von einem Masseanschluß (18a, 19a) erstreckt, wobei das andere Ende derselben ein offenes Ende definiert, wobei sich jede der verzweigten Strahlungselektroden (16, 17) von dem Zuführanschluß (15) erstreckt, wobei das andere Ende derselben ein offenes Ende definiert, und wobei die Offenes-Ende-Seiten der verzweigten Strahlungselektroden (16, 17) angeordnet sind, um voneinander beabstandet zu sein.

6. Antennenvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der unter Verwendung von Seitenoberflächen des Substrats (10) Kapazitätsladungselektroden in den offenen Enden der Strahlungselektroden vorgesehen sind.

7. Antennenvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, die ferner ein rechteckiges Schaltungssubstrat umfaßt, wobei das Substrat (10) der Antennenvorrichtung

tung in der Nähe einer der Seiten des Schaltungssubstrats angeordnet ist, wo zwei Seiten des Schaltungssubstrats einander schneiden, wobei eine der Nichtzuführstrahlungselektroden (18, 19) entlang einer der beiden Seiten angeordnet ist und die andere Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19) entlang der anderen Seite angeordnet ist.

8. Antennenvorrichtung, die folgende Merkmale aufweist:

- eine Mehrzahl von Antennen; und
- ein Schaltungssubstrat, das die Mehrzahl von Antennen aufweist, die auf demselben vorgesehen ist, wobei die Mehrzahl von Antennen jeweils ein Zuführelement, das einen Zuführanschluß (15) und eine Zuführstrahlungselektrode, die sich von dem Zuführanschluß (15) erstreckt, aufweist, und ein Nichtzuführelement umfaßt, das eine Masseelektrode und eine Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19), die sich von der Masseelektrode erstreckt, aufweist, wobei das Zuführelement und das Nichtzuführelement auf einer Oberfläche eines Substrats (10) vorgesehen sind, wobei die Zuführstrahlungselektrode und die Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19) jeder der Mehrzahl von Antennen effektive Leitungslängen aufweisen, die voneinander verschieden sind, wobei das Schaltungssubstrat mit einer Massestruktur, die die Masseelektroden miteinander verbindet, und einer Zuführstruktur, die die Zuführanschlüsse mit einer gemeinsamen Signalquelle verbindet, versehen ist.

9. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 8, bei der Filterschaltungen in den Pfaden der Zuführstruktur vorgesehen sind, die von dem Abschnitt derselben, der die Zuführanschlüsse mit der gemeinsamen Signalquelle verbindet und der sich in Richtung auf die Zuführanschlüsse erstreckt, verzweigt ist.

10. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 8 oder 9, bei der Nichtzuführstrahlungselektroden (18, 19) auf beiden Seiten und in der Nähe der Zuführstrahlungselektrode auf der Oberfläche jedes Substrats (10) angeordnet sind.

11. Antennenvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der der Zuführanschluß (15) eine Zuführelektrode, die auf einer Seitenfläche des Substrats (10) vorgesehen ist, oder ein Anschlußstift, der durch das Substrat (10) verläuft, ist.

12. Funkkommunikationsausrüstung, die die in einem der Ansprüche 1 bis 11 definierte Antennenvorrichtung und ein Schaltungssubstrat (10) aufweist, das eine längliche rechteckige Form mit langen und kurzen Seiten aufweist,

- wobei die Antennenvorrichtung eine Breite aufweist, die im wesentlichen gleich der Länge einer kurzen Seite des Schaltungssubstrats ist, und entlang einer kurzen Seite und beider langen Seiten des Schaltungssubstrats angeordnet ist,
- wobei das offene Ende einer der Nichtzuführstrahlungselektroden (18, 19) angeordnet ist, um der langen Seite des Schaltungssubstrats zugewandt zu sein, und das offene Ende der anderen Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19) angeordnet ist, um der anderen langen Seite zugewandt zu sein.

13. Funkkommunikationsausrüstung gemäß Anspruch 12, bei der sich die Zuführstrahlungselektrode von dem Zuführanschluß (15) erstreckt und dieselbe das andere Ende als ein offenes Ende aufweist, bei der sich die Nichtzuführstrahlungselektroden (18, 19) von den Masseanschlüssen erstrecken und dieselben die anderen Enden als offene Enden aufweisen, wobei das of-

fene Ende auf der einen Seite einer Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19), die eine längere effektive Leitungslänge aufweist als die andere Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19), entgegengesetzt zu der Richtung angeordnet ist, in der sich die lange Seite des Schaltungssubstrats erstreckt, um von der Nichtzuführstrahlungselektrode (18, 19) entfernt zu sein.

14. Funkkommunikationsausrüstung, die die in einem der Ansprüche 1 bis 11 definierte Antennenvorrichtung und ein Schaltungssubstrat aufweist, das eine Sende-/Empfangsschaltung für Funkwellen umfaßt, wobei jeder Masseanschluß der Antennenvorrichtung mit einem Masseanschluß des Schaltungssubstrats verbunden ist und wobei der Zuführanschluß (36a) mit einem Eingabe-/Ausgabeanschluß der Sende-/Empfangsschaltung verbunden ist.

---

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -

FIG. 1

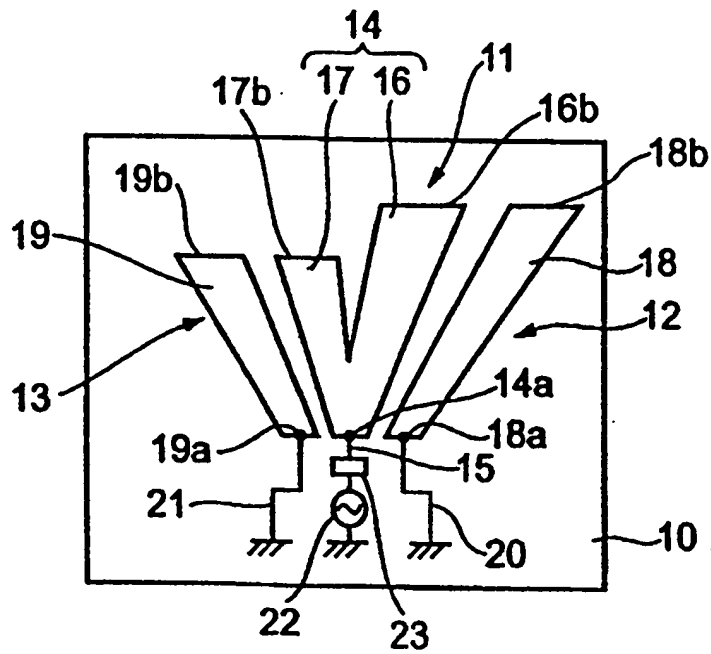
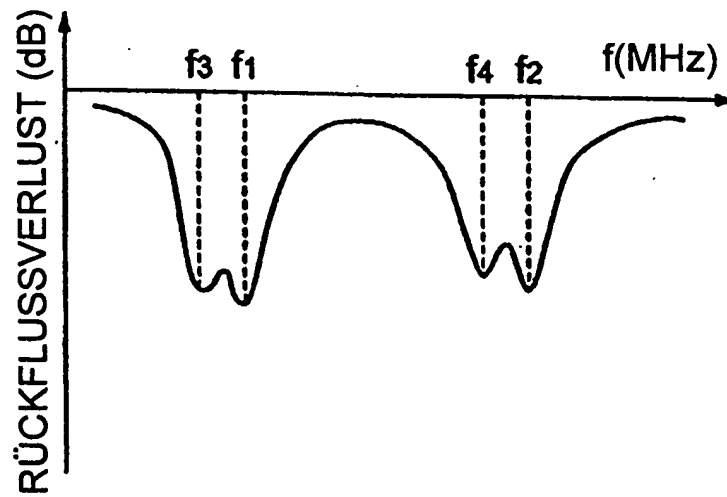


FIG. 2





**FIG. 3B**

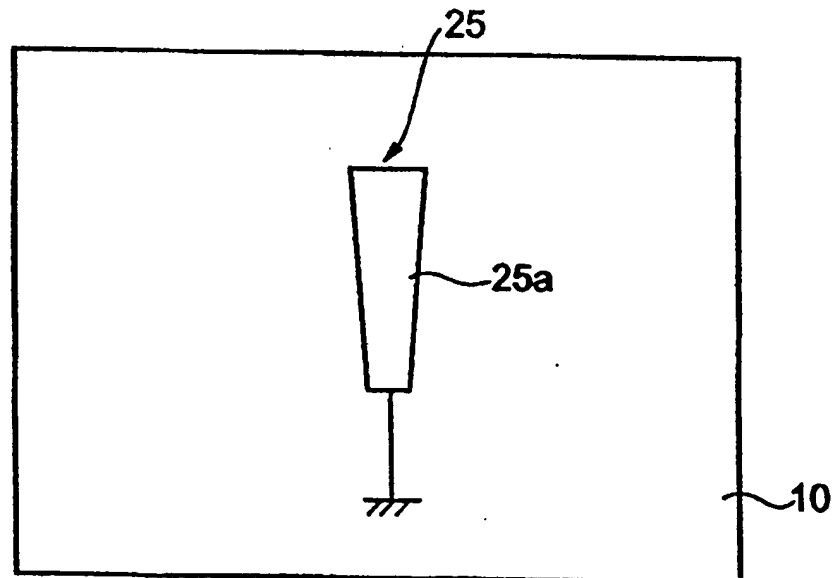


FIG. 4A

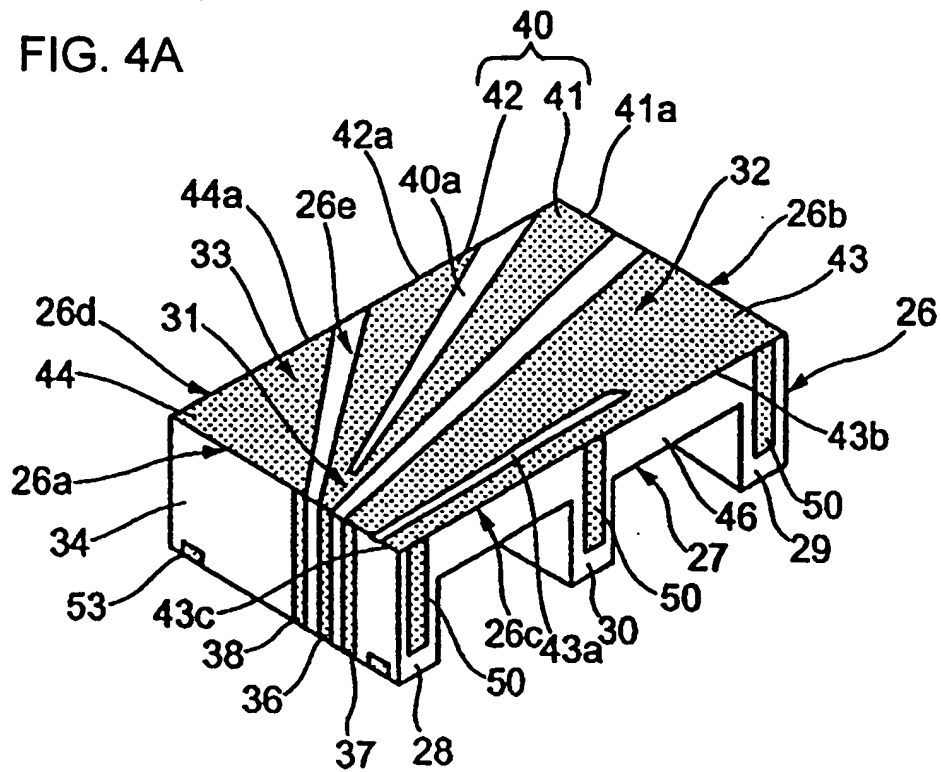


FIG. 4B

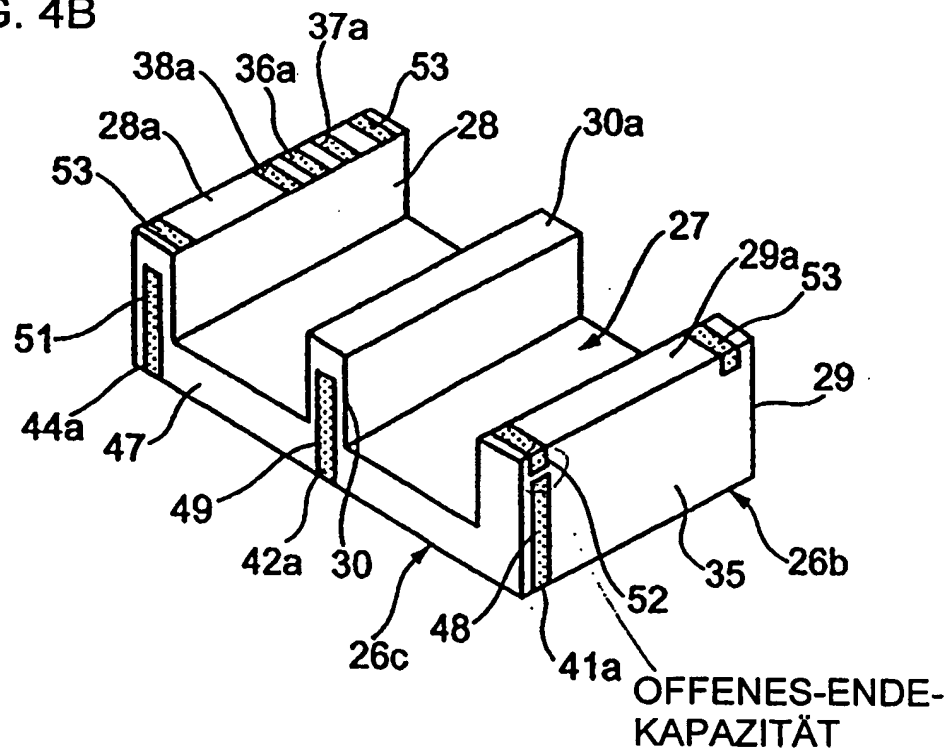


FIG. 5

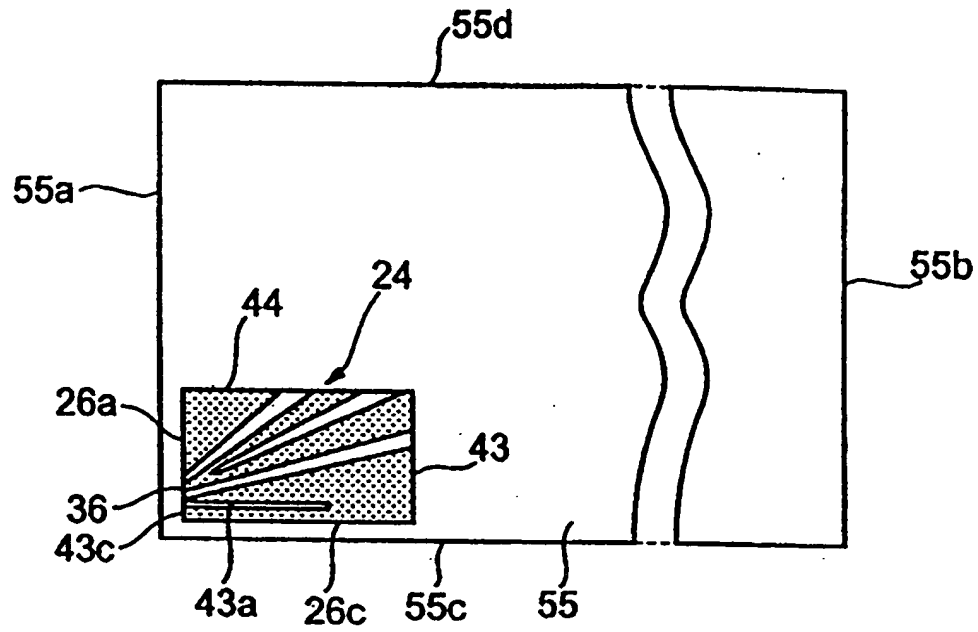


FIG. 6

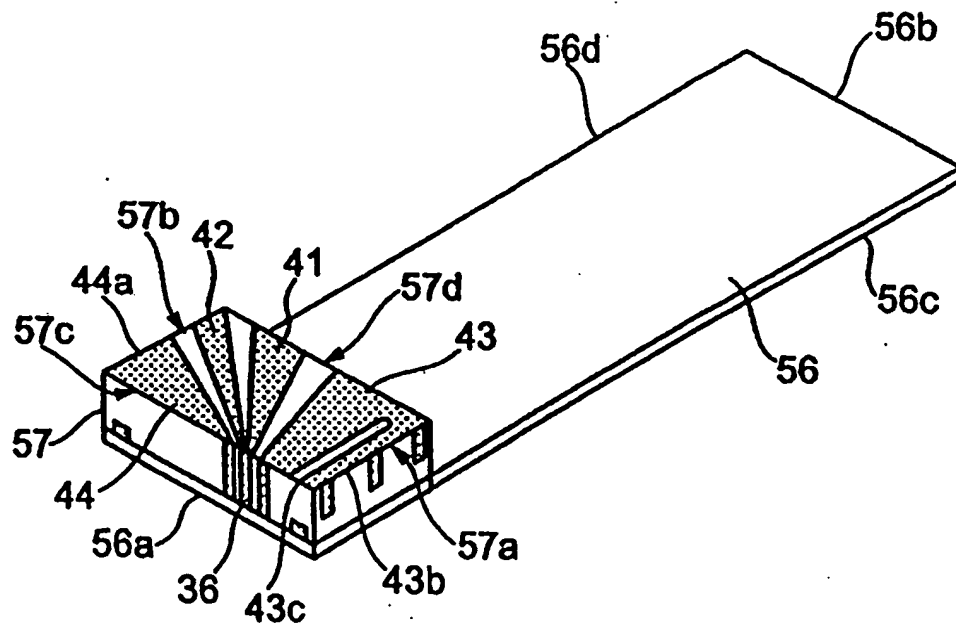


FIG. 7A



FIG. 8A

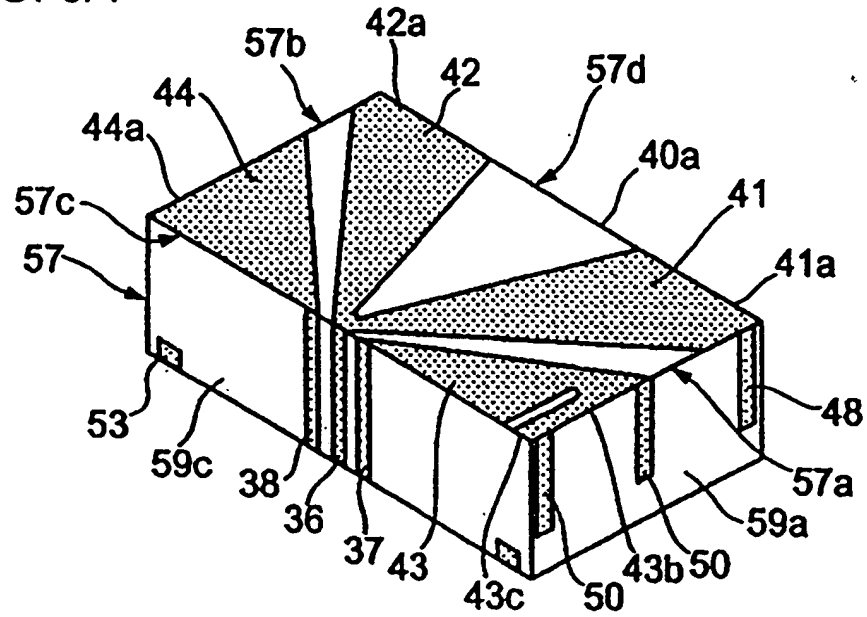


FIG. 8B

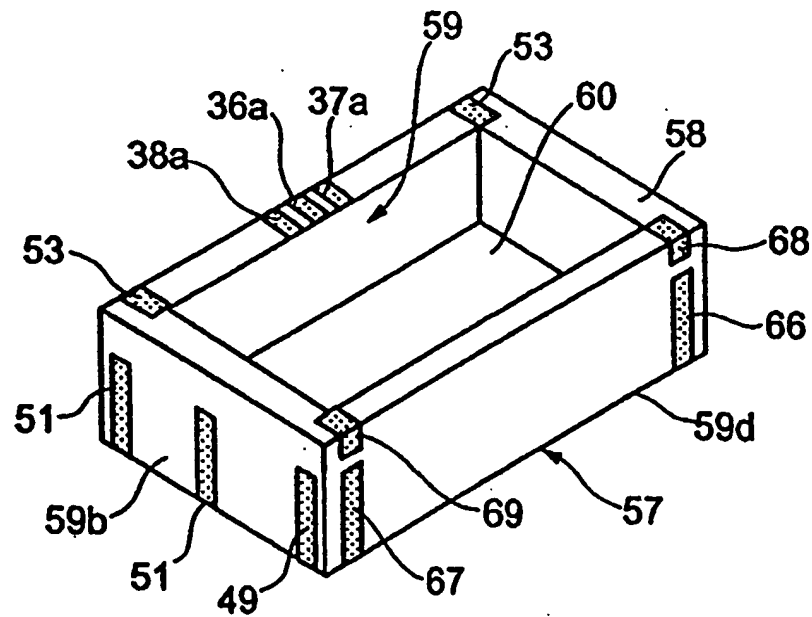


FIG. 9A

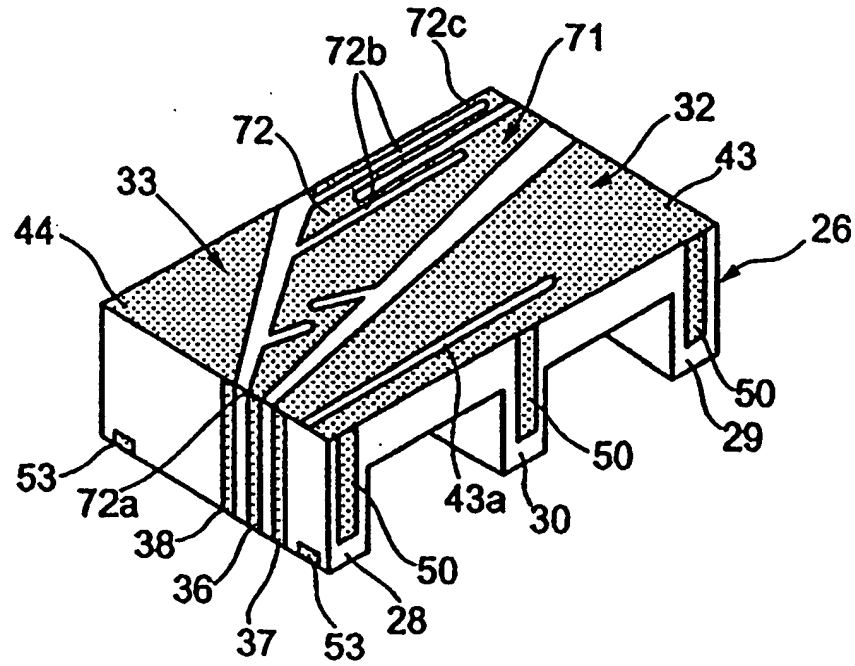


FIG. 9B

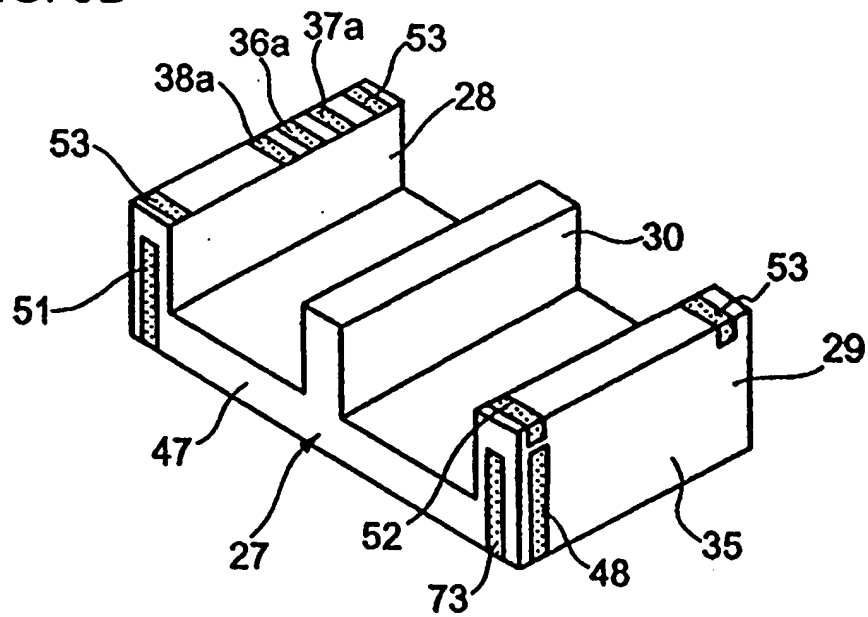


FIG. 10

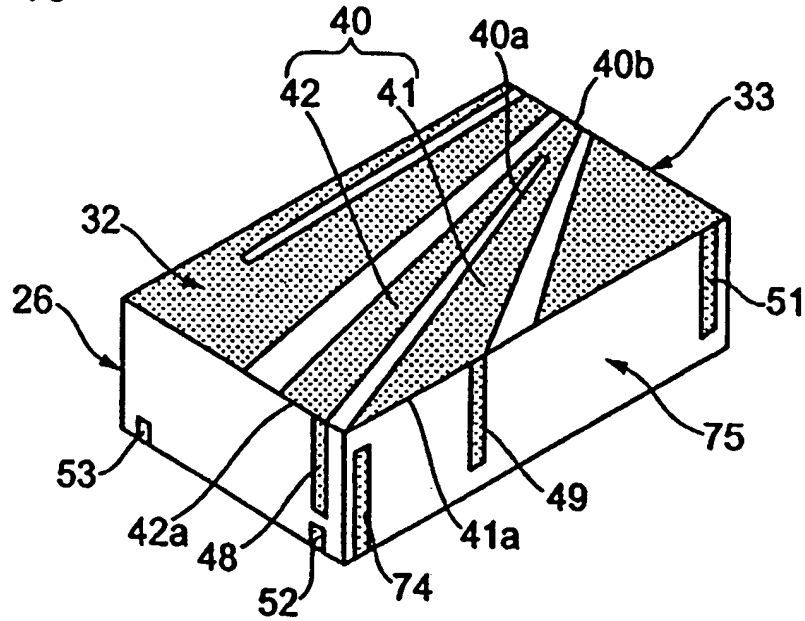


FIG. 11A

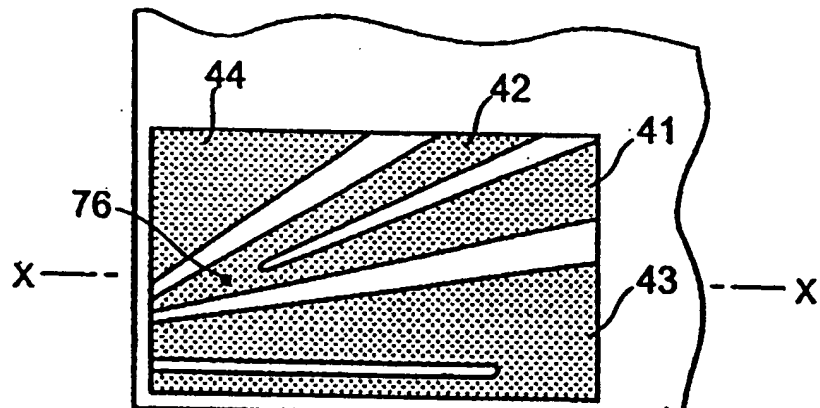


FIG. 11B

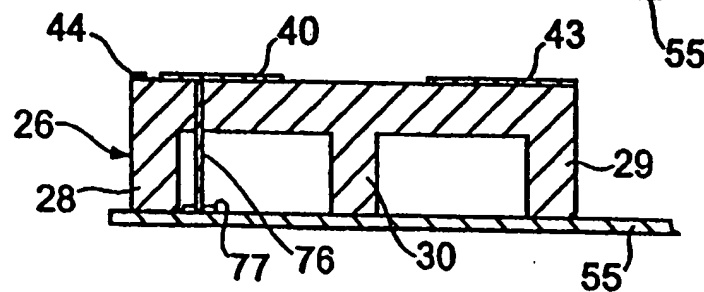




FIG. 13

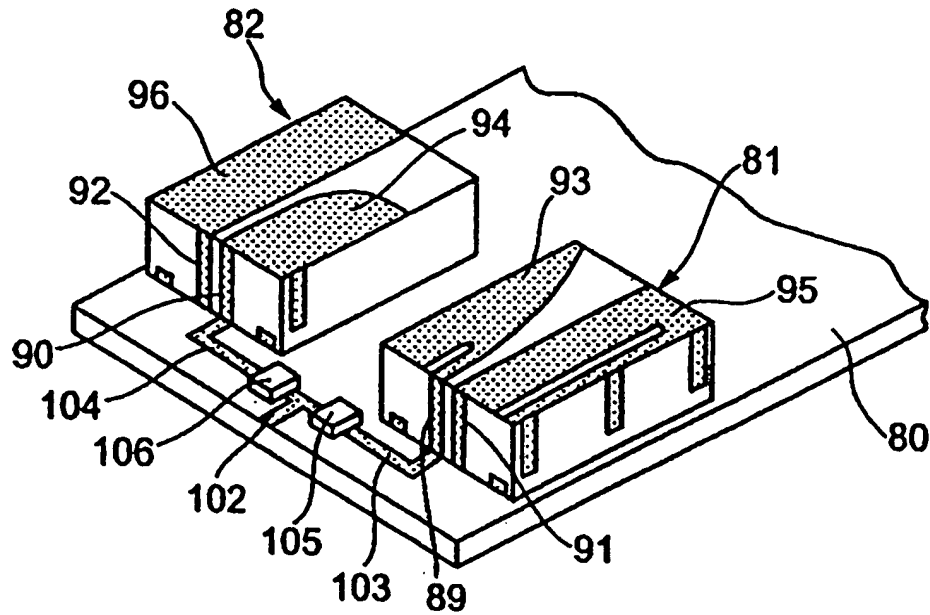


FIG. 14

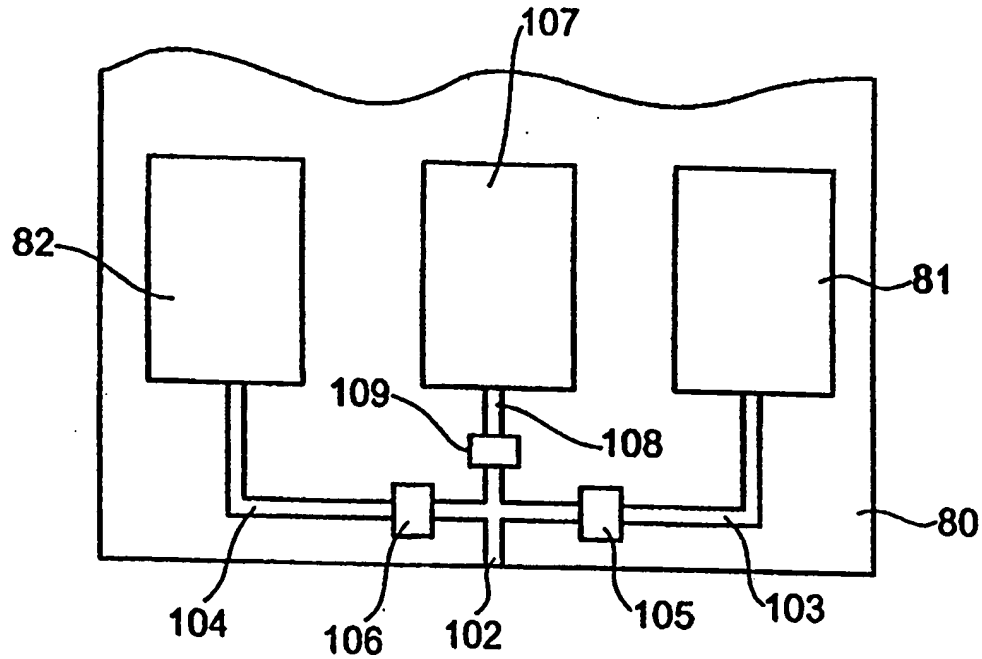
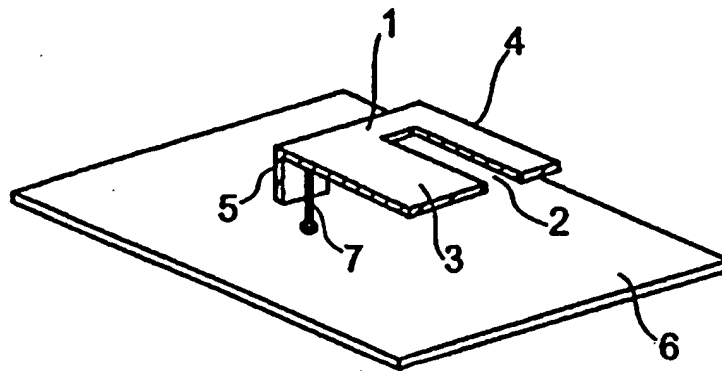


FIG. 15





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**